Ueber chitinöse

Fortbewegungs-Apparate

einiger (insbesondere fussloser)

Insektenlarven.

Inaugural-Dissertation

der Staatswissenschaftlichen Fakultät der kgl. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

zur Erlangung der Doctorwürde

eingereicht von

WILHELM LEISEWITZ

aus München.

MÜNCHEN 1906

Ernst Reinhardt, Verlagsbuchhandlung

Karlstrasse 4.

Ueber chitinöse
Fortbewegungs-Apparate
einiger (insbesondere fussloser)
Insektenlarven.

Inaugural-Dissertation

der Staatswissenschaftlichen Fakultät der kgl. Ludwig-Maximilians-Universität zu München

zur Erlangung der Doctorwürde

eingereicht von

ACAD. LUGD. BAT. BIBL.

WILHELM LEISEWITZ

aus München.

MÜNCHEN 1906

Ernst Reinhardt, Verlagsbuchhandlung

Karlstrasse 4.

Angenommen von der staatswissenschaftlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München.

Referent: Dr. A. Pauly, a. o. Professor für angewandte Zoologie.

Münchener Handelsdruckerei Hans Beck, Waltherstr. 13.

Inhalts-Uebersicht.

Seite

Vorwort 2
Einleitung 3
Material und Untersuchungsmethode 8

Allgemeiner Teil.

Structur der Chitinhaut 11
Fortsätze auf der Chitinhaut 14

Spezieller Teil.

Die Larve des Maikäfers, Melolontha vulgaris, (der Engerling) 22
Unterscheidungsmerkmale bei Larven anderer Lamellicornier 26
Beobachtungen über die Bewegung des lebenden Engerlings 28
Ueber die functionelle Bedeutung der Borsten beim Engerling 30
Ueber die Larven anderer Lamellicornier 33
Larven der Anobiidae, Nagekäfer 36
Larven der Lymexylonidae 39
Die Larve von Hylecoetus dermestoides 39
Die Larve von Lymexylon navale 48
Larven der Borkenkäfer, Ipidae (Scolytidae auct., Bostrychidae auct.) 50
Die Larve des Birkensplintkäfers, Eccoptogaster Ratzeburgi Jans. (destructor Ratz.) 53
Larven anderer Eccoptogaster-Arten (Eccopt. scolytus F. = Geoffroyi Goeze, laevis, pruni, intricatus.) . . . 63
Larven der Hylesiniden 66
Die Larve des grossen Eschenbastkäfers, Hyles. crenatus . 66
Larven einiger anderer Hylesiniden (Hyl. fraxini, Polygraphus grandiclava, P. poligraphus) 76
Die Larven der beiden Kiefernmarkkäfer, Myelophilus piniperda und minor 80
Die Larve des grossen Fichtenbastkäfers, Dendroctonus micans 85
Beobachtungen über die Bewegung der lebenden Larve desselben 85
Die Larven von Hylastes palliatus, Dryocoetes autographus und Ips laricis 91

Seite

Die Larven von Ips stenographus, dem grossen Kiefernborkenkäfer und I. typographus, dem „Buchdrucker", „Fichtenborkenkäfer" 95

Die Larven von Ips curvidens, dem grossen Tannenborkenkäfer, und Pityogenes chalcographus, dem sechszähnigen Fichtenborkenkäfer 98

Die Larven der im Holze brütenden Borkenkäfer (Xyloterus lineatus, Xyleborus dispar, Platypus cylindrus) . 102

Larven von Rüsselkäfern (Curculionidae) . 106

Die Larven der Pissodes-Arten 107

Die Larve von Hylobius abietis, dem grossen braunen Rüsselkäfer 110

Beobachtungen über die Bewegung der lebenden Larve desselben 110

Larven einiger anderer Rüsselkäfer (Otiorhynchus, Phyllobius, Cryptorhynchus, Magdalis, Balaninus) . . . 112

Larven der Buprestidae, Prachtkäfer . . . 115
(Agrilus viridis, Chrysobothrys affinis, Chalcophora mariana.)

Larven der Cerambycidae, Bockkäfer . . . 119
(Rhagium, Saperda carcharias.)

Beobachtungen über die Bewegung von lebenden Rhagiumlarven 122

Larven aus anderen Familien der Coleopteren 122
(Elateren, Pyrochroa, Clerus formicarius, Carabidae, Cicindela.)

Larven von Neuropteren, Netzflüglern . . . 125
(Phryganiden, Myrmeleon.)

Larven von Lepidopteren, Schmetterlingen . 127

Puppen von Lepidopteren 128

Larven von Dipteren, Zweiflüglern 129
(Tipuliden, Bibioniden, Coenomyia u. a.)

Larven von Hymenopteren, Hautflüglern . . 132
(Vespa crabro, Siricidae.)

Zusammenfassung der Ergebnisse . . . 135

Verzeichnis der hauptsächlich benutzten Literatur . . . 141

Vorwort.

In der nachfolgenden Abhandlung soll die morphologische, funktionelle und systematische Bedeutung chitinöser Fortsätze, welche sich auf der Körperoberfläche von Insektenlarven, die in Holz und anderen Pflanzenteilen, sowie in Mulm, Erde und ähnlichen Stoffen leben, behandelt werden. Es kommen hierbei besonders die gewöhnlich als Haare, Borsten, Dornen, Stacheln, Höcker usw. bezeichneten Chitinbildungen in Betracht, welche bei den fusslosen oder zum Teil nur mit verkümmerten Beinen ausgestatteten Insektenlarven sich in mannigfachen Formen vorfinden. Nach der Art ihres Auftretens, ihrer Anordnung und ihrer verschiedenen Ausbildung scheinen sie in hohem Grade geeignet zu sein, die Fortbewegung der Insektenlarven, welche eine solche Lebensweise führen, in den von ihnen bewohnten Medien zu fördern oder überhaupt erst zu ermöglichen.

Von den in Betracht kommenden Insektenarten sind einzelne Gruppen ausführlicher behandelt worden als andere; die Gründe für diese Ungleichheit lagen zum Teil im verfügbaren Materiale. Im allgemeinen wurden die forstlich und landwirtschaftlich wichtigeren Insektenarten, z. B. Maikäfer, Borkenkäfer u. a. m. vergleichsweise besonders eingehend besprochen.

Die Abbildungen wurden, bis auf wenige, die von mir selbst stammen, von Herrn Kunstmaler Lorenz Müller-Mainz in München grösstenteils mit Hilfe des Zeichenapparates gezeichnet und von der Graphischen Kunstanstalt des Herrn Carl Kuhn in München in Zinkätzung wiedergegeben. Beiden Herrn und ebenso dem Verleger bin ich für ihr bereitwilliges Eingehen auf meine Wünsche sehr zu Dank verpflichtet.

München, im Sommer 1905.

Wilhelm Leisewitz.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41552318_0158

Einleitung.

In meiner kleinen Abhandlung über das Vorkommen von Xiphydria dromedarius Fabr. an Ulme habe ich nachgewiesen, dass der sogen. „Enddorn" am Analende der Larve dieser Holzwespe ein ziemlich kompliziertes Gebilde ist, das in seiner Art wohl dazu geeignet sei, das Tier bei seiner Fortbewegung im Holze zu unterstützen. Ich glaube auf Grund meiner Beobachtungen an lebendem Material, dass man das Verhalten des Tieres, ebenso wie aller anderen ähnlich lebenden Larven, bei dieser Fortbewegung sich folgendermassen zu denken hat: Die Larve schneidet vorne mit ihren Mandibeln in das harte Holz ein, bricht aus diesem Stückchen um Stückchen los und bohrt sich, indem sie sich so fortgesetzt neue Nahrung schafft, gleichzeitig ganz langsam ein Loch ins Holz. Dabei braucht sie notwendigerweise einen Stützpunkt, von dem aus die Muskulatur des Körpers wirken kann, um den Mandibeln ihre das Holz angreifende Tätigkeit zu ermöglichen; in Verbindung damit steht dann auch das allmähliche Vorschieben des Körpers. Die Beine der Larve sind nur in Form von kleinen Stümpfen vorhanden und der ganze Körper lässt bei oberflächlicher Betrachtung sonst auch keine besonderen Hilfsmittel irgend einer Art erkennen, mit denen sich das Tier nach unserem Urteil hätte in der von ihm selbst durch Befriedigung seines Nahrungsbedürfnisses geschaffenen Höhlung feststemmen können (siehe Figur 1); daher lag die Vermutung nahe, dass, wie schon Th. Hartig geglaubt, der „Enddorn" dazu diene, der Larve einen solchen Stützpunkt zu verschaffen, etwa so, wie wir einen Bergstock mit Spitze benützen, um einen festen Punkt zu gewinnen, auf den wir uns stützen und von dem aus wir auch eine nachschiebende Wirkung ausüben können. Bei genauerer Untersuchung zeigte sich aber, dass dieses Endorgan ein komplizierteres Gebilde ist, als die Bezeichnung Dorn oder der Vergleich mit einem immerhin einfachen Werkzeug, wie es eine Bergstockspitze ist, erwarten liesse (s. Fig. 2, 3, 4). Das hinter

dem Tier befindliche Medium ist der feine bräunliche Kot, das sogenannte Bohrmehl. Die verschiedenen staffelförmig angeordneten Gruben und Höhlungen des Enddorns scheinen mir in hohem Grade geeignet, dieses Mehl zusammenzudrücken und in Verbindung mit einem Wall und Höckerkranz an der Basis des „Dornes" ein Ausrutschen nach hinten wie nach den Seiten möglichst zu verhindern, so dass damit die Larve einen festen Stützpunkt gewonnen hat, von dem aus ihre Muskulatur dann wirken kann.

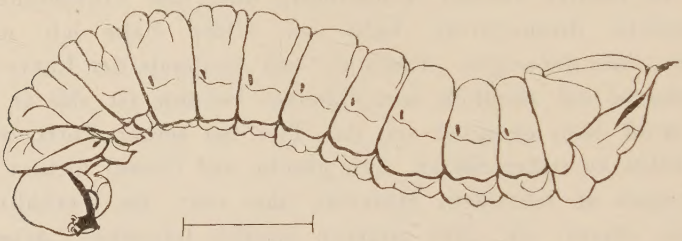

Fig. 1. Larve von Xiphydria dromedarius Fabr.
(etwa fünffach vergrössert).

Die S-förmige Krümmung, in welcher ich die Larve auf dieser Zeichnung dargestellt habe, nehmen die Tiere erst nach der Tötung an; lebend in ihren Gängen sind sie gerade gestreckt.

(Wiederholt aus Forstl. naturw. Zeitschr. 1897. S. 212.)

Durch diese merkwürdige Einrichtung eines, bei oberflächlicher Betrachtung ganz einfach erscheinenden Organes aufmerksam gemacht, untersuchte ich zunächst die Larven der verwandten Sirex-Arten, die in ganz ähnlicher Weise in Nadelholz leben und die auch solche „Enddornen" besitzen. Bei diesen waren die Endorgane zwar in einigen Teilen ähnlich, aber in manchen doch wieder ganz anders gebaut, so dass sich bei genügendem Material wohl systematisch verwertbare Unterschiede finden lassen würden, die eine Bestimmung der Larven der Sirex-Arten ermöglichen könnten.

Weiter fortschreitend begann ich nun zu untersuchen, ob sich nicht überhaupt bei den Tieren von gleicher oder ähnlicher Lebensweise Organe vorfänden, die als Hilfsmittel bei der Fortbewegung im Holze dienen könnten. Indem ich mein Augenmerk zunächst auf die Analgegend richtete, fand ich noch bei einer Reihe in Holz oder Rinde lebender Larven von Forstinsekten ähnliche Gebilde. So zeigte die Larve von Hylecoetus dermestoides L. einen Apparat, der ebenfalls gewöhnlich als Dorn

Der sog. Enddorn der Larve von Xiphydria dromedarius Fabr. (Vergrösserung etwa 100fach.)

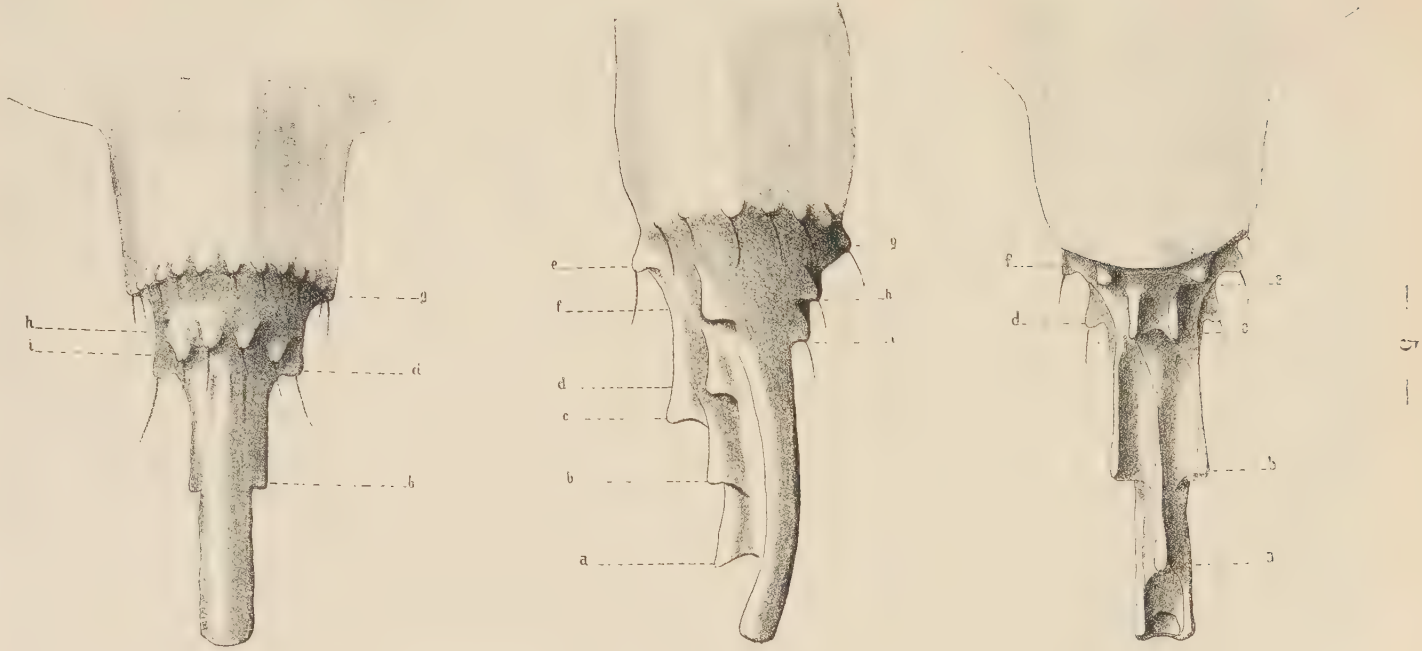

Fig. 2. Von oben gesehen. Fig. 3. Von der Seite gesehen. Fig. 4. Von unten gesehen.

Die korrespondierenden Höcker und Leisten sind mit den nämlichen Buchstaben bezeichnet.

(Wiederholt aus Forstl. naturw. Zeitschr. 1897. S. 214.)

bezeichnet wird, in seinem Bau anders eingerichtet ist, aber in seiner Funktion eine ähnliche Wirkung erzielen wird, wie der Dorn der Sirex-Larven (siehe Fig. 9—14 auf Seite 39—46). Ferner zeigen Abdominal-Anhänge die Larven von Käfern aus der Gattung Pyrochroa, von Clerus formiciarius L., von Elateren und Buprestiden. Bei der letztgenannten Familie gibt es Gruppen, deren Larven Enddorne und andere, deren Larven keinen solchen besitzen, und bei letzteren scheinen also die Thorakalplatten, wie sie z. B. bei der Larve von Chalcophora mariana L. am stärksten entwickelt sind, die Arbeit der Fortbewegung hauptsächlich zu übernehmen. Ich werde im folgenden der Einfachheit halber meist nur von „Fortbewegung" reden, obwohl ich die ganze Summe der vorhin geschilderten Tätigkeiten beim Benagen des Holzes und allmählichen Nachschieben des ganzen Körpers darunter verstehe.

Ich zog nun die Thorakalplatten der Buprestiden, die Kapuze der Larven von Hylecoetus dermestoides L., die ventralen und dorsalen Platten der Bockkäferlarven in den Kreis meiner Untersuchungen und fand hier wiederum als gemeinsame Erscheinung Chitinplatten mit einzeln stehenden Verdickungen in verschiedenartiger Anordnung, wodurch eine rauhe Oberfläche geschaffen wird, ähnlich wie wir unsere Bergschuhe mit grossen Nägeln versehen, um festen Halt auf dem Erdboden, mag er nun feinere oder gröbere Beschaffenheit haben, zu gewinnen.

Hierauf weiterbauend stellte ich dann für mich die Hypothese auf, dass auch die Larven, welche gar keine Fortbewegungsorgane zu besitzen schienen, wie die fusslosen und scheinbar ganz glatten Rüssel- und Borkenkäferlarven, doch auch Mittel haben müssten, mit denen sie die nötige Rauheit ihrer Oberfläche herstellen könnten, um so die Tatsache der Fortbewegung in Holz oder Rinde auch begreiflich zu machen.

Bei dieser Ueberlegung erweiterte sich für mich die Frage abermals und sie galt nun den Fortbewegungsorganen aller Insektenlarven, welche im Holz oder in der Rinde leben und die keine Beine haben oder die Tätigkeit der Beine, falls solche in mehr oder weniger ausgebildetem Zustand vorhanden sind, noch durch irgend welche besondere Hilfsmittel unterstützen.

Schliesslich zog ich alle Larven hinzu, welche sich in einem Medium von ähnlicher Struktur wie Holz und Rinde, bezw. dem daraus gebildeten Bohrmehl aufhalten, mochte es auch lockerer oder feiner oder gröber, z. B. Holzmulm oder Erde sein, wenn

es nur für die darin sich bewegende Larve eine rauhe, krümelige, mehr oder weniger feste Oberfläche zeigte.

Ich nahm an, es würden sich dann vielleicht auch Unterschiede finden lassen, hervorgerufen durch die Verschiedenartigkeit der Beschaffenheit des Mediums, in dem die Larve lebt: ob in feinem oder grobem, festem oder lockerem Material, oder hervorgerufen durch die besondere Lebensweise des Tieres, z. B. dem Masse seiner Ortsveränderung. Tiere, welche die zu ihrer Entwickelung nötige Nahrungsmenge nur durch Zurücklegung grosser Strecken erlangen, mussten anders, bezw. stärker ausgerüstet sein als solche, die nur kurze Wege zu machen brauchten, und bei solchen, die sich überhaupt nicht fortzubewegen brauchten, mussten diese Apparate ganz fehlen.

Diese ganze Ueberlegung geschah unter dem Einfluss der Vorträge meines verehrten Lehrers, Professor Dr. A. Pauly, dem ich für die darin gegebenen vielen Anregungen auch hier meinen herzlichsten Dank sage.

Die Frage, wie sich Insektenlarven, welche in Holz oder Erde leben, fortbewegen, ist schon vielfach in älteren Werken erörtert worden.

Natürlich haben diese Autoren nur die gröberen Formen von den Fortsätzen auf der Oberhaut dieser Larven beobachten können, also z. B. die Borsten und die Höcker; doch sind ihre Beschreibungen häufig recht gut, ihre Beobachtungen genau und die daran geknüpften Vergleiche und Schlussfolgerungen oft sehr treffend. So finden sich schon bei Swammerdam, bei Frisch und besonders bei Rösel von Rosenhof, ferner bei Reaumur und De Geer bei der Behandlung einzelner solcher Insektenarten mancherlei Bemerkungen über die Ausstattung der Larven und Puppen mit Borsten, Höckern und Haken und deren Bedeutung für die Fortbewegung der Tiere in den sie umgebenden Stoffen.

Anscheinend zum erstenmale stellte Jablonsky (Natursystem 1785) zusammenfassende Betrachtungen an über die Fortbewegung von Käferlarven, die in Erde oder Holz leben und meist keine Füsse haben. Seine Bemerkungen darüber sind zum teil recht gut. Ebenfalls in zusammenhängender Darstellung spricht G. Cuvier in seinen Vorlesungen über vergleichende Anatomie, sechste Vorlesung, fünfter Abschnitt, über Organe der Bewegung in den Insektenlarven, auch über solche, welche nur verkümmerte Füsse haben, und stellt die Fortbewegung der

Bockkäferlarven in Vergleich mit dem Aufsteigen der Schornsteinfeger in den Kaminen.

Die Cuvierschen Bemerkungen wiederholen dann Kirby und Spencer in ihrer Einleitung in die Entomologie, und sie bringen an verschiedenen Orten dieses Werkes (s. Brief 22 und 30) weitere Beiträge zu diesem Thema.

Auch Burmeister erwähnt besonders die Fortsätze an den Puppenhülsen der Käfer, Schmetterlinge und Dipteren.

In neuerer Zeit ist diese Frage meines Wissens nicht im Zusammenhange eingehender behandelt worden.

Material und Untersuchungsmethode.

Das Material, das bei dieser Arbeit verwendet wurde, verdanke ich zum grösseren Teile der Güte von Prof. Dr. A. Pauly, der mir die reichen Vorräte seiner Larvensammlung mit grösster Bereitwilligkeit zur freien Verfügung überliess, weiterhin unterstützten mich, auf meine Bitte, mit Material in liebenswürdigster Weise die Herren Forstamtsassistenten Franz Fuchs, Karl Eppner und Franz Scheidter, das übrige habe ich im Laufe der Jahre auf forstzoologischen Ausflügen selbst gesammelt.

Gekauftes Material habe ich absichtlich nicht verwendet, weil ich hierbei mich nicht selbst von der unbedingt nötigen Gewissenhaftigkeit und Genauigkeit des Sammlers überzeugen und ebensowenig immer die nötigen Kenntnisse und Erfahrungen voraussetzen konnte.

Da infolge verschiedener anderer Studien und Aufgaben meine Arbeit an diesem Thema wiederholt und auf längere Zeit unterbrochen werden musste, gelang es mir nicht, trotz dem Zeitraum von mehreren Jahren, die erwünschte und von mir anfänglich auch beabsichtigte Vollständigkeit wenigstens für die Hauptgruppen der Forstinsekten zu erzielen.

Es ist vorläufig nur bei wenigen hierher gehörigen Insektenlarven möglich, die Art, zu der sie gehören, sicher anzugeben; diese Arbeit sollte einen neuen Weg zeigen, systematische Unterschiede aufzufinden. Gewissheit erreicht man bei den anderen nur durch Zucht der Imagines. Dies ist natürlich nur tunlich, wenn man lebendes Material in genügender Menge, sowie Zeit und Gelegenheit zur Aufzucht zur Verfügung hat. Dies war mir nur in ganz wenigen

Fällen möglich. Eine fast absolute Sicherheit ist ferner in den Fällen gegeben, wo die uns bekannte Lebensweise der Eltern Anhalt zur Bestimmung der Larven gibt, wie es bei den Pissodes-Arten und einigen andern in Holz lebenden Rüsselkäfern, sowie den Borkenkäfern geschehen kann. Für grosse und gerade im vorliegenden Fall sehr interessante Gruppen, z. B. den Lamellicorniern, Elateren, Cerambyciden und vor allem den Dipteren ist eine Bestimmung der Art vorläufig nur selten möglich.

Ich habe deshalb viel untersuchtes Material nur ganz im allgemeinen berücksichtigen können, ich habe aber die Absicht, für einige Gruppen, speziell die der Borkenkäfer und auch der Lamellicornier, Cerambyciden und Siriciden, in der Bearbeitung fortzufahren und hoffe, die Resultate derselben später in besonderen Monographien vorlegen zu können.

Die Untersuchungs-Methode, welche von mir, so viel ich weiss, zum erstenmale in dieser Verbindung und für solche Zwecke angewendet wurde, und deren Anwendung ich den grössten Teil der von mir erzielten neuen Resultate verdanke, sei in folgendem kurz angegeben:

Die Larve ist zunächst in heissem Wasser zu töten und sodann in 70proz. Alkohol, der öfter zu erneuern ist, zu konservieren. Man teilt sie dann zur Untersuchung je nach ihrer Form durch einen Schnitt in der dorsoventralen oder der sagittalen Ebene in zwei Teile, die man am Kopf zusammenhängen lässt, entfernt durch Macerieren in Kalilauge den Körperinhalt, spült durch wiederholtes Auswaschen in Wasser, Alkohol und Aether die Reste desselben, sowie die noch anhaftenden Fettstoffe so gut wie möglich aus, und sucht mit Nadel und Pinsel die Tracheenbündel, Darmteile usw., sowie die auf der Oberfläche etwa anhaftenden Fremdkörper zu entfernen. Bei Larven mit sehr starker innerster Chitinlage sucht man diese zum grössten Teil wegzupräparieren. Da die Larvenhaut samt ihren Fortsätzen in diesem Zustande im Balsam meist ziemlich unsichtbar wird, muss sie gefärbt werden. Obwohl ich über 23 Farbstoffe in verschiedenen Zusammensetzungen und Anwendungsweisen und verschiedene Beizen sorgfältig durchgeprüft habe, habe ich doch leider keine gefunden, welche den zu stellenden Ansprüchen völlig genügte. Die Ursache davon scheint mir aber in höherem Grade in der äusserst wechselnden Empfänglichkeit des Chitins als an den färbenden Stoffen zu liegen, wenn auch diese meist sehr heikel sind.

Die Ansprüche, die an eine wirklich vorzügliche Färbemethode zu stellen sind, wären: Rasche und zuverlässige Färbung der äusseren Chitinlage allein, besonders ihrer Fortsätze in allen Einzelheiten. Aber keine von den untersuchten Farben erfüllte diese Ansprüche. Manche lieferten bei kurzer Zeitdauer, die beinahe für jede Larve besonders auszuprobieren wäre, ziemlich gute Uebersichtsbilder, liessen aber die feineren Einzelheiten nicht erkennen, und verdarben bei etwas länger dauernder Anwendung durch starke Färbung der inneren Chitinlage fast alles wieder. Sehr rasch färbten Kalium hypermanganicum in gesättigter oder 10prozentiger Lösung in einigen Stunden bis Tagen, ferner Delafields Haematoxylin in einigen Stunden bis zwei Tagen; Fuchsin in verschiedenen Konzentrationen und verschiedener Zeitdauer lieferte manchmal ganz ausgezeichnete Resultate, manchmal wieder sehr schlechte. Verhältnismässig wenig durch Färbung der inneren Lage schadete Pyrogallol, das eine ziemlich günstige Färbung liefert und dazu Stunden bis Tage braucht. Am wenigsten und fast gar nicht färbt die innere Lage Methylgrün, das aber selbst in einer Lösung von 100:300 aqua dest. + 100 Alc. abs. bis zu einem Monat braucht, um die nötige Intensität zu erzielen. Wenn man die damit gefärbte Haut, ohne in Alkohol auszuwaschen, in Glyzerin legt, genügen einige Tage, aber die Farbe wird vom Glyzerin allmählich ausgezogen. Ueber die Einzelheiten dieser sehr zeitraubenden Untersuchungen werde ich an anderer Stelle berichten.

Allgemeiner Teil.

Struktur der Chitinhaut.

Ueber die Struktur des Chitins, soweit es das Hautskelett der Insekten bildet, ist in der neueren Litteratur wenig zu finden; die meisten Autoren begnügen sich mit der Unterscheidung von der aus lebenden Zellen bestehenden Hypodermis oder chitinogenen Membran, auch Matrix genannt, und der Oberhaut, der Cuticula, dem eigentlichen Chitin, welches von jenen lebenden Zellen produziert wird.

Im folgenden seien einige Angaben und Resultate spezieller Untersuchungen über den Bau des Chitins kurz zusammengestellt.

Von den älteren Schriftstellern teilt Burmeister die Hornhülle der Insekten nach Analogie zur Haut der Säugetiere in drei Schichten: Oberhaut, Schleimgewebe und Lederhaut. Diese Einteilung scheint mir aber zu sehr in Anlehnung an die menschliche Haut getroffen und zu wenig durch genaue Untersuchungen gestützt zu sein.

Hermann Meyer, der wohl zuerst die Chitinhaut der Insekten besonders untersucht hat, nimmt an, dass die Hornschale des Hirschkäfers, untersucht nach Macerieren mit Kalilauge, hauptsächlich gebildet werde aus einer Masse, die selbst wieder aus zahlreichen Schichten bestehe und die innen und aussen von einem Epidermisüberzug bekleidet werde. Zwischen dem äusseren Epidermisüberzug und dem geschichteten Gewebe der Hornschale glaubt er an nichtmacerierten Stücken noch „eine aus einer homogenen durchscheinenden Substanz bestehende Pigmentschicht" gefunden zu haben. Innere wie äussere Epidermis glaubt er aus einer einfachen Schicht nebeneinander gereihter Zellen (einfaches Pflasterepithel) bestehend.

Leydig fand bei Angehörigen verschiedener Insektenordnungen die Cuticula mit gefelderter Oberfläche, unter der die Chitinhaut selber sich aus homogenen Schichten zusammengesetzt zeigt. Unterhalb dieser folgt die weiche Hautschicht, welche aus Molecularmasse mit Kernen besteht.

Nils Holmgren unterscheidet an dem Chitin, das die Vagina von Sarcophaga carnaria bekleidet, zwei Schichten, eine äussere dünne strukturlose und eine innere dicke, die lamellös erscheint.

Biedermann fand am Bein des Hirschkäfers, dass nach Behandlung mit Kalilauge sich eine dünne oberste Chitinlamelle mit Leichtigkeit abheben lässt, und am Thorax desselben Käfers, dass sich in der darunter befindlichen Lage die inneren Schichten durch eine netzartige Verflechtung von den äusseren Schichten unterscheiden lassen.

Ueber die Beschaffenheit des Chitinpanzers der Crustaceen liegen mehr grössere Arbeiten vor.

Leydig fand beim Hummer, dass auf dem senkrechten Schnitt die aus homogenen und chitinisierten Lamellen bestehende Grundsubstanz drei nach Färbung und Dicke distinkte Hauptlagen bilde.

Braun unterscheidet drei Schichten am Panzer beim Flusskrebs und kommt dabei zu ganz ähnlichen Resultaten, wie ich bei den Insektenlarven. Er findet eine äusserste, homogen erscheinende, gelbe, starkglänzende Lage, eine zweite, mittlere Lage, aus dicht aneinander liegenden Lamellen zusammengesetzt, eine dritte, innerste Lage, ebenfalls aus Lamellen bestehend, die am Aussenrand dieser Lage ziemlich locker an einander liegen, sich aber nach dem Innenrande zu allmählich immer mehr nähern.

Bütschli unterscheidet am Chitinpanzer von Astacus fluviatilis in der Richtung von aussen nach innen 1. das Grenzhäutchen, meist aus einer einzigen Wabenlage bestehend, 2. die Aussenlage, durch und durch feinwabig, 3. die Pigmentlage, zart senkrecht gestreift und schön quergeschichtet, 4. die Hauptlage, aus zahlreichen dickeren Schichten zusammengesetzt, die sich aber nach innen immer mehr verdünnen und schliesslich 5. die Innenlage, die sehr feingeschichtet ist.

Sukatschoff findet bei Gammarus fluviatilis meist drei, selten zwei Lagen, die äusserste dünn, stark lichtbrechend, die zweite wabig, die dritte deutlich und regelmässig geschichtet.

Für die Myriapoden kommt Rossi zum Ergebnis, dass das Chitin derselben aus drei Schichten bestehe.

Die feinere Struktur der einzelnen Schichten des Chitins haben Bütschli und Biedermann besonders eingehend untersucht.

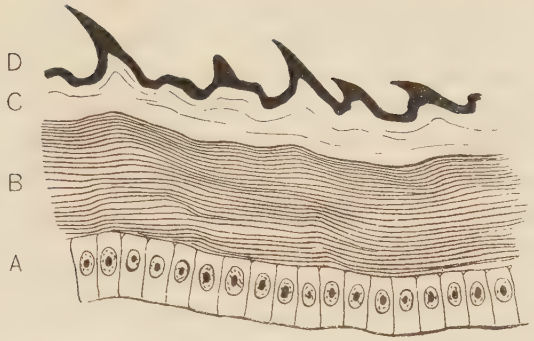

Fig. 5. **Längsschnitt durch die Haut einer Bibioniden-Larve.**
Pikrokarmin nach Ranvier. Vergr. etwa 250 fach Halbschematisch.

Ueber der aus Epithelzellen bestehenden Matrix A befindet sich die deutlich geschichtete innerste Lage B, deren Lamellen allerdings feiner und zahlreicher sind, als es auf dieser Zeichnung anzugeben möglich war. Darauf folgt die mittlere Lage C, deren Schichtung nur an einzelnen Stellen, durch feine Striche angedeutet, erkennbar ist. Die äusserste Lage D erscheint homogen und ist durch Schwarz wiedergegeben. Die auf der Haut sitzenden, anscheinend aus demselben Stoff wie die äusserste Lage gebildeten Dornen sind auf dem Schnitt in verschiedenen Ebenen getroffen.

Meine Untersuchungen liessen mich an einer Bibioniden-Larve ausser der Matrix drei Lagen unterscheiden, von denen die zwei inneren in ihrer Struktur und ihrem Verhalten ziemlich gleich sind. (Siehe Figur 5.) Die innerste, eine ziemlich dicke Lage, besteht aus zahlreichen Lamellen, die ziemlich locker aneinander hängen, im Schnitt öfter auseinander gerissen werden und dadurch ihre Schichtung meist sehr deutlich erkennen lassen; die zweite, dünnere besteht ebenfalls aus Lamellen, die aber so eng aneinander liegen, dass man sie nur an besonders günstigen Stellen erkennen kann; die dritte überzieht die ganze Oberfläche in einer meist sehr feinen Schicht, erscheint durchaus homogen, schwach gelblich und stark lichtbrechend. Diese äusserste haftet fest auf der mittleren, die auch in die Basalkegel der Dornen hineinreicht. Aus demselben Stoffe wie die äusserste Lage bestehen wohl sicher die Dornen, die auf dem Schnitt als Verdickungen und Fortsätze derselben erscheinen. Die innerste lässt sich bei diesen und manchen anderen grösseren Larven nach Behandlung mit Kalilauge leicht von den beiden äusseren durch Abpräparieren trennen. Bei vielen Larven mit dünnerer Haut ist das aber nicht möglich, und bei diesen sind auf dem Schnitt die beiden inneren auch nicht von einander zu unterscheiden. Die

beiden inneren haben ziemlich die gleiche Affinität zu den Farbstoffen, doch färbt sich die innerste wohl wegen der lockeren Struktur etwas schwächer als die mittlere, die sich am stärksten an der Grenze zur äussersten färbt. Bei schlechter Fixierung und Konservierung schilfert sich die äusserste Schicht leicht ab. Die äusserste ist in ihrem Verhalten zu den Farben ausserordentlich schwankend, wenigstens gelang es mir trotz meiner Versuche nicht, eine absolute Sicherheit zu erzielen.

Für die Färbung der ganzen Larvenhaut nach Maceration durch Kalilauge kann man die Anilinfarben folgendermassen gruppieren:

1. Farben, welche hauptsächlich die inneren Chitinlagen färben, die äusserste dagegen sehr schwach oder gar nicht, so dass die Fortsätze derselben fast unsichtbar bleiben, sind: Eosin, Bleu de Lyon, Congorot, Orange G.; von anderen Farben färben noch stark die innere Lage: Pikrokarmin und Kalium bichromicum, ferner Haemalaun.

2. Farben, welche ziemlich gleichmässig die beiden inneren und die äusserste Lage färben, aber infolge der grösseren Dicke der inneren Lagen die feinen Härchenbildungen der äussersten bei grösserer Intensität meist schwer erkennbar machen, sind: Bismarckbraun, Gentianaviolett, Methylenblau (gibt grüne Färbung), Safranin. Von anderen Farbstoffen Pyrogallol und Kalium bichromicum.

3. Farben, welche die inneren Chitinlagen wenig färben, die äusserste aber stärker, sind: Fuchsin, Methylgrün (blaue Färbung), Anilinblau (grüne Färbung), ferner Haematoxylin Delafield, Kalium hypermanganicum und Tinctura jodi. Aber Safranin färbt sehr schwach, Anilinblau fast gar nicht und Methylgrün sehr langsam (siehe oben).

Fortsätze auf der Chitinhaut.

Eine ähnliche Unklarheit scheint zu bestehen hinsichtlich der Fortsätze, welche von der Chitinhaut der Insekten ausgehen.

Burmeister teilt ein: Dornen, Haare und Schuppen, letztere als breitgedrückte Haare auffassend. Als Unterschied gibt er an: „Dornen haben keine eigenen Wurzeln, sie sind nichts anderes als spitze pfriemen-, kegel- oder haarförmige Fortsätze, welche von der Grundfläche sich erheben. Haare unterscheiden sich von den Dornen einmal durch grössere Feinheit, geringeren

Umfang bei verhältnissmässig grösserer Länge, dann durch die eigene Wurzel, mit welcher sie in der eigentlichen Haut stecken. In der Regel haben sie in der Mitte den grössten Umfang und verengen sich nach beiden Enden, das untere ist etwas angeschwollen und hat einen kleinen Knopf, der wie die Zwiebel in der Erde, so in der Lederhaut noch von einer dünnen Schale umgeben steckt, ganz so wie dies auch bei den grossen Bartborsten der Säugetiere der Fall ist."

Pagenstecher nimmt an, dass ein gewöhnliches Haar von einer grösseren Epidermiszelle gebildet wird, sonst citiert er Burmeister.

Kolbe gibt an: Zu den Oberhautgebilden werden gerechnet: Haare, Borsten, Stacheln, Dornen, kegelförmige Stifte, Papillen, Schuppen usw. Sie sind einem Grübchen eingesenkt oder sitzen einer Erhebung auf. — Die die Chitinhaut bekleidenden Haare gehen aus Hypodermiszellen hervor. — Borsten sind nichts als stärkere Haare.

Nitsche sagt: Haare, Borsten, Stacheln, Schuppen mit ihren so höchst variablen Gestalten sind gleichwertige Gebilde, die durch die verschiedenartigsten Uebergänge mit einander verbunden sind.

Braun fand auf den Feldern der äussersten Lage des Krebspanzers kleine Leisten oder Härchen, die auch schon Meckel beobachtet hatte; er nennt sie dann Cuticularhärchen oder Cuticularborsten und vermutet, dass sie eine besondere Rolle bei der Abhebung des alten Panzers spielen. Vielleicht sind die von mir an den Insektenlarven beobachteten „undifferenzierten Härchen" ähnliche Gebilde wie diese Cuticularhärchen des Krebses.

Ich möchte auf Grund meiner Untersuchungen folgende Einteilung treffen:

1. Die äusserste Chitinlage trägt auf ihrer Aussenfläche ganz kleine haar- oder kegelförmige Fortsätze, die ich nur auf Schnitten bei 800facher Vergrösserung wahrnehmen konnte.

2. Auf der äussersten Chitinlage und aus demselben Stoff, wie die äusserste Lage gebildet, stehen kleine Haare, die ich die undifferenzierten Härchen nennen möchte. Diese Härchen stehen meist in Reihen und können in diesen durch ganz feine leistenartige Verdickungen miteinander verbunden sein. Die Härchen sind sehr klein; sie haben eine durchschnittliche Länge von 0,0026 bis 0,0050 Millimeter und überschreiten dieses Mass

kaum. (Siehe Fig. 16 und 17 auf Seite 55 und 56 sowie Fig. 24 auf Seite 67.)

3. Letzteres ist meiner Ansicht nach bei funktioneller Beanspruchung der Grund zur Ausbildung der dritten Art von Fortsätzen, der Dornen. (Länge 0,010—0,025 Millimeter.)

Diese Ausbildung erfolgt in der weiter unten dargestellten Weise, wobei das Wort Ausbildung nicht so zu fassen ist, als ob ich die verschiedenen Bildungsphasen etwa an einem Dorn in zeitlich verschiedenen Entwicklungsstufen der Larve hätte beobachten können; sondern, da das wachsende Mass funktioneller Inanspruchnahme (vielleicht durch Druck) wohl die Ursache zu den Veränderungen ist, so liessen sich, von der Stelle der geringsten bis zur Stelle der stärksten Inanspruchnahme, die in vielen Fällen ganz allmählichen Uebergänge von einer Stufe zur anderen sehr gut verfolgen. Die günstigste Stelle hiezu war stets der Halsteil der Larve, da hier direkt hinter dem meist etwas eingezogenen Kopf eine funktionelle Inanspruchnahme jedenfalls in allergeringstem Masse stattfindet, und von da aus mit dem allmählichen Ansteigen am Abhang des Wulstes vom ersten Segment langsam zunimmt und häufig auch an Stellen dieses ersten Segmentes übertroffen wird. Vielfach zeigte aber auch jedes Segment, besonders in den Tälern zwischen den Wülsten, Bildungen niedriger Stufen, von denen dann abermals ein Fortschreiten zu höheren Bildungen, je nach dem besonderen Fall in rascherem oder langsamerem Uebergange, zu bemerken war. Ich habe dies gewöhnlich bei den Beschreibungen kurz angegeben und möchte hier nur zusammenfassend den allgemeinen Verlauf schildern, wie ich ihn immer wiederkehrend, natürlich mit Abänderung der Einzelheiten, antraf.

Die undifferenzierten Härchen stehen, wie schon oben erwähnt, meist in parallelen Reihen, quer zur Längsachse der Larve. Die Abstände der Reihen von einander und auch die Abstände der einzelnen Härchen von einander innerhalb der Reihe können sehr verschieden sein; daraus entstehen dann die Verschiedenheiten besonders in der Art der Anordnung der Dornen, wie ich das eingehend in den betreffenden Fällen, z. B. bei Eccoptogaster Ratzeburgi Jans. und Hylesinus crenatus Fabr. beschreiben werde. (Siehe dafür und für das folgende die Figuren 16—22 auf Seite 55 ff. und Figur 24—34 auf Seite 67 ff., sowie auch Figur 46 auf Seite 134.)

In diesen Reihen finden sich nun gelegentlich zwischen ein-

zelnen Haaren grössere Abstände, wodurch eine Bildung von Gruppen innerhalb einer Reihe hervorgerufen wird. Die Zahl der Härchen einer Gruppe ist meist etwas verschieden. Bei etwas stärkerer Inanspruchnahme nehmen die undifferenzierten Härchen an Grösse und Stärke etwas zu, zugleich vergrössert sich häufig der Abstand der einzelnen Gruppen von einander, während der Abstand der Härchen innerhalb einer Gruppe sich vermindert. So kommt es bei fortgesetztem Wachstum bald zu Verwachsungen einzelner Haare miteinander, zuerst bloss an der Basis, dann aber in der ganzen Länge. Diese grösseren aus Verschmelzung entstandenen Härchen nehmen nun besonders rasch zu, wohl zum Teil durch eigenes Wachstum, zum Teil indem sie mit ihren kleinen Nachbarn verschmelzen. In der gleichen Region nehmen diese kleinen, die hier immer weniger beansprucht werden, an Grösse ab, sie werden allmählich rudimentär.

Bleibt die Gruppe in einer geraden Linie, so erfolgt diese Zunahme einzelner Härchen scheinbar ohne bestimmte Auswahl; da aber meist die Gruppen sich mehr oder weniger krümmen, so sind die Härchen auf dem Scheitel des Bogens, der nach hinten, d. h. gegen das Analende der Larve zu, konvex ist, wohl am meisten beansprucht, und diese sind es, welche schliesslich die Oberhand behalten und ihre Nachbarn rechts und links, auch wenn dieselben in vorgerückteren Stufen selbst aus verschmolzenen Härchen bestehen, allmählich mit verschmelzen; manchmal werden auch derartige Härchen noch rudimentär, wohl infolge sinkender Beanspruchung.

Zugleich mit diesem Prozess verstärkt sich die äusserste Chitinschicht von der Basis jedes einzelnen Härchens in einem schmalen Streifen, der in einer dem Härchen entgegengesetzten Richtung, also kopfwärts, verläuft. Wie diese Verdickung entsteht, konnte ich nicht beobachten. Diese Streifen verschmelzen dann miteinander und bilden schliesslich eine Platte, welche ich die Basalplatte nennen möchte. Auf diese Weise bei eigenem Wachstum wie gegenseitiger Verschmelzung einzelner bestimmter Härchen unter gleichzeitiger allmählicher Rückbildung anderer entsteht ein Gebilde, das vorne mit breiter Basis an seiner Basalplatte ansitzt und nach hinten spitz zuläuft. Dies nenne ich nach seiner Form einen Einzeldorn oder Dorn schlechtweg. Dieser Einzeldorn ist also der Vertreter einer Gruppe von undifferenzierten Härchen, demnach das Produkt

einer Mehrzahl von Hypodermiszellen, die durch Vereinigung mehrerer kleinerer Einzelbildungen zu einem gemeinsamen grösseren Gebilde die Ansprüche, welche an diesen Teil der Körperoberfläche gestellt werden, in höherem Masse zu erfüllen imstande sind.

Bleiben die Gruppen in ganz gerader Linie und sind verhältnismässig lang, aber durch etwas grössere Abstände deutlich von einander getrennt, so übernehmen die beiden Randhärchen die Führung, da sie am stärksten beansprucht werden. Sie wachsen zum Teil durch Anschmelzung der inneren Nachbarn immer stärker und richten sich schräg nach aussen, bei den mittleren findet zwar auch der Prozess von Wachstum und Verschmelzung statt, aber diese Bildungen können gewissermassen den Vorsprung nicht mehr einholen, den die Randhärchen voraus haben, und sie werden daher immer wieder rudimentär.

Die Endstufen sind hier auf einer Basalplatte d r e i D o r n e n, von denen der mittlere in der Regel der kleinste ist, oder schliesslich z w e i, die dann jeder schräg nach aussen gerichtet stehen, wodurch ihre Verschmelzung, wenn auch nicht unmöglich gemacht, doch sehr erschwert wird, und nur an ganz besonderen Stellen e i n einzelner Dorn. Diese Art findet sich besonders ausgeprägt bei der Larve von Hylesinus crenatus Fabr.

Bei sehr kleinen Larven, bei denen die undifferenzierten Härchen in ganz geraden Reihen und in grösseren Abständen innerhalb einer Gruppe stehen und daher Gruppen oft gar nicht deutlich abzutrennen sind, kommt es gar nicht zur Bildung von Einzeldornen, als Vertretern einer grösseren Zahl von undifferenzierten Härchen, sondern diese nehmen jedes einzeln für sich an Grösse zu, verschmelzen jedes höchstens mit einem oder zwei Nachbarn. Bei diesen kleinen Larven scheint eben die Bildung von solchen kleinen Dörnchen den Ansprüchen zu genügen. Hierzu gehören z. B. die Larven von Pityogenes chalcographus L. (Siehe Seite 99 ff. und Fig. 42 und 43.)

Die Form und Grösse der Einzeldornen wechselt je nach den Ansprüchen der Funktion. Sie sind klein und rudimentär an den Abhängen der Wülste, sie sind gross und kräftig auf deren Kuppen; sie sind kurz und dick an den Stellen, welche besonders fest gegen die Wand des Larvenganges in Holz oder Rinde gepresst werden, um eine grosse Arbeitsleistung zu erzielen, so besonders an der Bauchseite des letzten Segmentes. Sie sind lang und dünn an den Stellen, die nicht so dicht und fest mit

der Wandung in Berührung kommen, in letzterem Fall stehen sie in einem spitzen Winkel von der Hautoberfläche ab, sie sind immer steiler aufgerichtet, je dicker und kürzer sie werden. (Siehe besonders die Larve von Dendroctonus micans Seite 85 ff. und die Figuren 38—41.) Ihre reichste Ausbildung in allen Formen und Grössen haben die Dornen bei den Larven der Borkenkäfer erfahren; auch bei den Pissodes-Arten und anderen kleineren Rüsselkäfern mit ähnlicher Lebensweise. Ausserdem finden sie sich bei den Larven der Buprestiden, ebenso bei denen der Holzwespen (Siriciden). (Siehe die Figuren auf Seite 116 und 134.)

Die bisher besprochenen Arten von Fortsätzen sind, soweit ich ersehen konnte, wenigstens bei den von mir untersuchten Gruppen, noch nicht beobachtet worden.

4. Steigt die Beanspruchung der Dornen durch die Funktion, indem die ganze Stelle sehr dicht an ein festes, aber rauhes Material gepresst wird, so werden sie, wie schon oben gesagt, immer dicker und kürzer. Zugleich wächst auch die Basalplatte, welche auf dieser Stufe den ganzen Dorn umgibt, durch Verdickung der äusseren Chitinlage, aber auch indem von der inneren eine Erhebung sich bildet, welche von der äusseren wie von einem Kegelmantel umgeben ist. Auf diese Weise entsteht der Basalkegel, auf dem meist noch deutlich abgrenzbar der Dorn sich erhebt.

Bei weiter steigender Inanspruchnahme, wobei die Wirkung des betreffenden Körperteiles immer weniger schräg, sondern immer mehr senkrecht auf die umgebende Holz- oder Rindenpartie gerichtet ist, verkürzt sich der Dorn immer mehr, dafür wächst der Basalkegel. Dieser scheint dann in steigendem Masse die Funktion zu übernehmen, so dass der Dorn schliesslich so weit rudimentär wird, dass er nicht mehr auf dem Basalkegel zu unterscheiden ist. (Siehe Figur 45 auf Seite 116.) Auf dieser Stufe treten häufig zwei oder auch drei Basalkegel so nahe zusammen, dass sie miteinander verschmelzen und dann zwei oder mehr Dornen tragen.

Ist der Dorn gänzlich verschwunden und der Basalkegel durch eigenes Wachstum oder auch durch Verschmelzung mehrerer einzelner zu einem grösseren, senkrecht von der Körperoberfläche aufgerichteten Gebilde geworden, so nenne ich dies Höcker. Dieser steht auf einer meist von den Nachbarn abgrenzbaren Platte, dem Basalfelde, so genannt zum Unter-

schiede von der Basalplatte, weil es meist aus der Vereinigung mehrerer solcher hervorgegangen ist. Solche Höcker können nun ihrerseits wieder zunehmen durch eigenes Wachstum und durch Verschmelzung mehrerer.

Zur Verschmelzung können auch Höcker, die hintereinander stehen, zusammentreten, weil im Gegensatz zu den bisher genannten Gebilden die Anordnung nicht stufenweise hinter einander auf gewölbten Oberflächen, sondern bei der typischen Ausbildung auf einer ebenen Platte erfolgt mit direkter Wirkung nach oben oder unten.

Diese Ausbildung haben die Höcker auf den Thorakalplatten der Buprestidenlarven erfahren, auch finden sie sich bei den Bockkäferlarven gut vertreten.

Sind Stellen von geringem Umfang besonders exponiert und haben daher den grössten Teil der Arbeit an der Fortbewegung zu tragen, wie z. B. häufig das letzte Segment oder auch manchmal einige Bauchwülste einer Larve, so entwickeln sich hier die Höcker durch fortschreitendes Wachstum häufig zu besonderen, das jeweilige Bedürfnis wohl am zweckmässigsten erfüllenden Formen, wie Haken u. s. w.

Bei dieser Abteilung sei anhangsweise erwähnt, dass bei vielen Larven an Stellen, die ganz dicht mit der Gangwandung in Berührung kommen, die Dornen ebenfalls verschwinden und nur die Basalplatten, aber hier ganz flach, übrig bleiben. Auch diese verschmelzen hier häufig mit einander. Vorzüglich kommen sie vor auf dem Rückenwulst des ersten Thorakalsegments bei Borken- und Rüsselkäferlarven. Doch können auch hier wiederum bei funktioneller Inanspruchnahme Verdickungen einzelner Platten und Felder sich bilden, wie z. B. bei Bockkäferlarven.

Die Höcker und Platten sind wegen ihrer Grösse und Sichtbarkeit bisher schon vielfach beobachtet und bei Beschreibungen berücksichtigt worden, aber ihre Ausbildung scheint bisher nicht näher untersucht worden zu sein.

5. Eine ganz andere Art von Fortsätzen sind die Haare, welche meist durch eine Einschnürung an der Basis und ihre Eingelenkung in eine Art Pfanne, sowie ihre grosse Länge bei einem ganz geringen Durchmesser ausreichend und gut charakterisiert sind. Diese sind als die Bildungen besonders grosser Hypo-

dermiszellen längst erkannt und wohl hinreichend untersucht worden; daher brauche ich nicht näher darauf einzugehen.

6. Werden diese Haare zur Fortbewegung funktionell in erheblichem Maasse beansprucht, so werden sie in anderer Gestalt, nämlich kürzer und dicker, ausgebildet; ich nenne sie dann, wie allgemein üblich, B o r s t e n. (Siehe Fig. 7, S. 23). Es lassen sich an manchen Stellen Reihen allmählicher Uebergänge zwischen beiden finden. Bei weiterer Steigerung der Arbeitsleistung, besonders in bestimmten Richtungen, können diese Borsten infolge Ausbildung von Krümmungen und Verbreiterungen in abermals besonderen Formen auftreten. (Siehe Fig. 8, S. 25).

Diese Art von Fortbewegungsorganen finden wir bei Larven, welche nicht in einem festen und harten Material in engen Gängen leben und höchstens noch ganz feinkörniges Bohrmehl zur Umgebung haben, also bei denen, welche sich in einem mehr oder weniger lockeren, grobkörnigen Material, wie es Mulm oder besonders Erde ist, bewegen. In diesem Material bleiben die Dornen und Höcker vermutlich ziemlich wirkungslos und hier scheinen dafür längere Gebilde die Funktion übernehmen zu müssen.

Diese allmähliche Uebertragung der Funktion von den Dornen zu den Borsten unter allmählichem Rudimentärwerden der ersteren kann man recht gut bei den Rüsselkäferlarven verfolgen, von denen die einen in Holz, andere in grobem Bohrmehl, andere in Erde sich bewegen. Die reichste Ausbildung erfahren die Borsten bei den Larven der Lamellicornier, welche meist in Holzmulm oder Erde oder ähnlichem gröberen Material leben. Gewisse sehr kompliziert gebaute Fortsätze, wie z. B. das Endorgan der Sirex-Larven scheinen mir durch Wachstum und Verschmelzung mehrerer Borsten zugleich unter Verwachsung mit Höckern entstanden zu sein.

Specieller Theil.

Die Larve des Maikäfers, Melolontha vulgaris Fabr. (der Engerling).

Die bisher gegebenen Beschreibungen dieser doch allgemein bekannten und häufigen Larve berücksichtigen die Besetzung mit Borsten sehr wenig, obwohl sie gerade beim Engerling sehr auffallend und auch schon ohne Anwendung meiner Präparationsmethode sichtbar sind. Siehe z. B. Altum, Boas, Döbner, Eckstein, Henry, Hess, Keller, Mulsant, Nitsche, Perris, Ratzeburg, Rösel, Schioedte, Taschenberg, Westwood u. a. m.

Eine Beschreibung, die besonders die Besetzung mit Borsten berücksichtigt, würde etwa lauten (siehe Fig. 6):

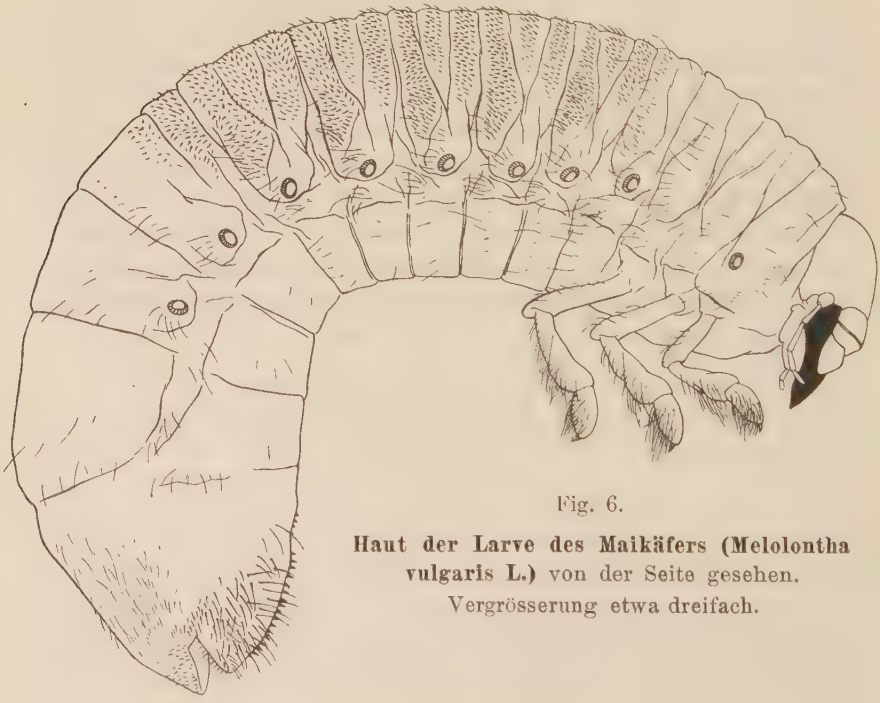

Fig. 6.

Haut der Larve des Maikäfers (Melolontha vulgaris L.) von der Seite gesehen. Vergrösserung etwa dreifach.

Die drei Thorakalsegmente tragen die drei Beinpaare, die an den unteren Seitenwülsten eingelenkt sind. Das erste Thorakalsegment hat auf beiden Seiten seines Rückenwulstes eine Chitinplatte. Die Rückenwülste dieser drei Brustsegmente sind sehr sparsam mit einzelnen langen und dünnen Haaren besetzt, die oberen Seitenwülste haben diese Haare länger und dichter stehend, die Bauchwülste in der Mitte einige Reihen von verschieden langen Haaren, die meist nach vorne gerichtet sind. Das folgende vierte Segment ist am Rücken zweiwulstig, der zweite Wulst ist der erste, der starke zur Fortbewegung dienende Borsten in seiner Mitte trägt, die aber hier noch sehr vereinzelt und höchstens in drei Reihen stehen. Die folgenden fünf Segmente sind ziemlich gleichartig, so dass nur das Gemeinsame beschrieben zu werden braucht. Sie haben jedes drei Rückenwülste, von denen der erste in der oberen Hälfte seines Verlaufes von der Rückenmitte bis zum Stigma dicht mit kräftigen Borsten besetzt ist; der zweite, der schmälste, zwischen seinen beiden Nachbarn eingekeilt ist und ungefähr so weit hinabreicht, als der erste Borsten trägt. Der dritte ist in der Rückenmitte oben am schmälsten, an der Stelle, wo der mittlere eingekeilte Wulst aufhört, am breitesten, hier buchtet er sich auch am stärksten nach aussen aus.

Fig. 7.

Stück von der Oberhaut des Engerlings, von der Mitte des ersten Rückenwulstes vom dritten Abdominalsegment, zeigt eine Anzahl Borsten, meist in Seitenansicht und ein einzelnes Haar.

Vergrösserung etwa 30fach.

Die Besetzung mit Borsten verhält sich etwa so, dass in der Rückenmittellinie immer die mittlere Hälfte des Wulstes mit Borsten besetzt ist, während vorn und hinten je ein Viertel des Wulstes nackt bleibt. Die Borsten sind meistens stracks nach hinten gerichtet, nur auf dem achten, neunten und zehnten Segment z. T. schräg nach hinten und rückenwärts. Zwischen den Borsten stehen einzelne lange, dünne Haare (siehe Fig. 7), die

Borsten selbst sind oben in der Rückenmitte am kürzesten und dicksten, im Durchschnitt 0,25 bis 0,28 mm lang, sie werden bei dem dritten Wulst jedes Segmentes nach der Bauchseite zu allmählich länger und dünner, und es treten hier auch wieder mehr dünne, lange Haare auf. Auf dem Keilwulst werden die Borsten nach den Seiten ebenfalls schwächer. Der mittlere Keilwulst des neunten Segmentes ist bedeutend grösser als die vorhergehenden mittleren Wülste, fast so gross als der erste Wulst desselben Segmentes. Die Seitenwülste und die Bauchwülste dieser Segmente vom vierten bis zum neunten sind ganz ohne Fortbewegungsborsten und tragen nur einzelne spärlich verteilte Haare. Das zehnte Segment hat auf seinem ersten Wulst noch Borsten und Haare in derselben Anordnung wie die vorhergehenden; der mittlere Wulst, der nicht mehr an den Seiten so stark keilförmig zugespitzt ist, trägt nur noch verhältnismässig wenig Borsten, und der dritte Wulst, der nur durch eine ganz seichte Furche getrennt ist vom Keilwulst, ist völlig frei davon.

Die beiden folgenden Segmente haben nur mehr einen Wulst ohne alle Borsten, nur mit einigen Haaren besetzt. Erst auf dem Analsegment treten am Rücken und auf den Seiten wieder mehr lange, dünne Haare auf, direkt über dem After aber wieder eine Gruppe kurzer, kleiner Borsten. Die Bauchwülste der vorletzten Segmente tragen nur vereinzelt einige lange, dünne Haare.

Auf der Bauchseite des Analsegmentes sind die Borsten in ganz besonderer Weise gruppiert: in der Mitte zwei parallele, vom After nach vorn ziehende Reihen von 25—30 kurzen, sehr dicken Borsten, die gegen einander gerichtet und ein wenig einwärts gekrümmt sind. In der hinteren Hälfte, ihnen zu beiden Seiten, ein Feld ziemlich dicht besetzt mit langen Borsten von ganz besonderer Form, die unten beschrieben wird. Die Borsten der beiden Parallelreihen am Analende sind etwa halb so lang (ca. 0,13—0,15 mm) als die Rückenborsten, dicker als diese und haben die Form eines stumpfen Kegels (siehe Fig. 8). Die oben erwähnten, besonders geformten Borsten auf den Feldern zu beiden Seiten der Parallelreihen sind etwa zwei bis viermal so lang (ca. 0,58—1,07 mm) als die Rückenborsten, unten schwachkolbig verdickt, dann werden sie abgeplattet und an ihrem oberen Ende umgebogen. An den Schmalseiten werden sie von einem dünnen, ausgefransten Saum bekleidet, der gegen das obere Ende bis zur Krümmungsstelle an Breite allmählich zunimmt, während der

Schaft des Haares sich langsam verschmälert. (Siehe Figur 8.) Das ganze Gebilde bekommt dadurch eine gewisse Aehnlichkeit

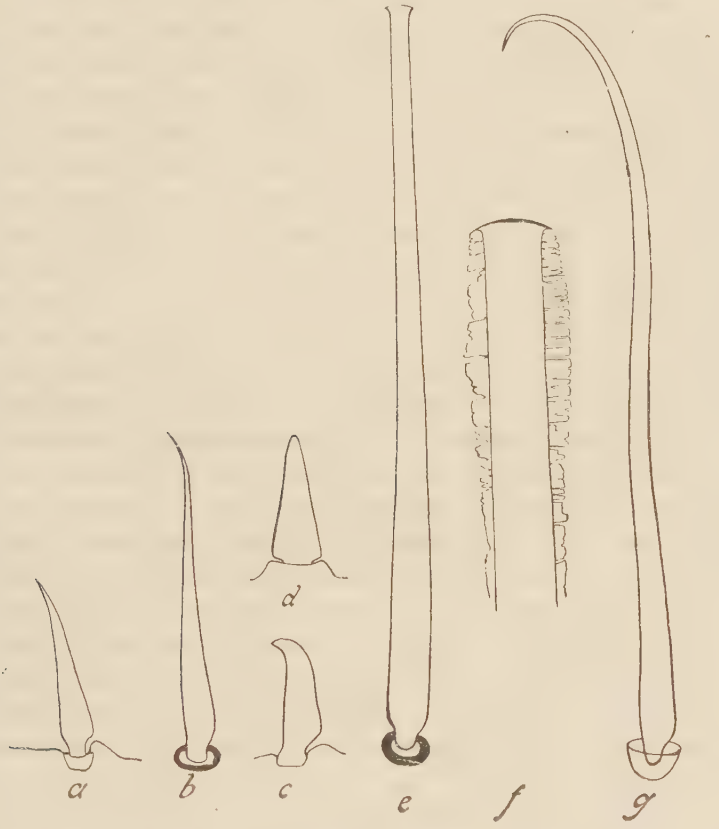

Fig. 8.

Die verschiedenen Formen der Borsten auf der Haut der Larve vom Maikäfer (Melolontha vulgaris L.).

a) Borste von einem Rückenwulst, aus der Region der Mittellinie des Larvenkörpers; von der Seite gesehen (im Schnitt).

b) Borste von einem Rückenwulst, von der Seitenregion des Larvenkörpers.

c) und *d)* Borste von den Parallelreihen an der Bauchseite des letzten Segmentes. *c* von der Seite, *d* von oben gesehen.

e) und *g)* Lange Borste von der Bauchseite des letzten Segmentes, *e* von der Seite, *g* von oben gesehen.

Alle diese Figuren etwa 100fach vergrössert.

f) Distales Ende einer langen Borste (Fig. *e* und *g*) von oben gesehen; etwa 400fach vergrössert, zeigt den, wohl infolge des Gebrauchs zerschlissenen Saum.

mit einem Ruder oder einer Schaufel. Die Abplattung erfolgt quer zur Längsachse des Körpers und die Krümmung findet nach hinten statt.

Ausserdem ist fast die ganze Haut mit ganz kleinen Dörnchen bedeckt, welche auf den Bauchwülsten in etwas undeutlichen geraden oder gekrümmten Reihen, die quer zur Körperachse verlaufen, angeordnet stehen, ebenso auf den Rückenwülsten. Diese Ordnung in Reihen wird jedoch zwischen den Fortbewegungsborsten aufgelöst, ebenso auf den letzten beiden Segmenten; besonders stark sind diese kleinen Dörnchen entwickelt auf den beiden Feldern am Analsegment, welche die ruderähnlichen Borsten tragen.

Bei der ganz jungen Larve tritt die Besetzung mit Fortbewegungsborsten noch viel deutlicher hervor, weil diese Borsten nur halb so lang (0,12—0,15 mm) sind als bei der ausgewachsenen Larve (0,26 mm), während das Grössenverhältnis der beiden Larvenstadien ein Vielfaches ist; dadurch heben sich im Präparat die mit Borsten besetzten Segmente äusserst stark von den übrigen hervor. Die Zahl der Borsten auf jedem einzelnen Wulst ist natürlich viel geringer, nur die Zahl der kurzen, dicken Börstchen in den beiden Parallelreihen am Analsegment ist die gleiche, sie schwankt individuell zwischen 25 und 30 ebenso wie bei der ausgewachsenen Larve. Ich will an dieser Stelle betonen, dass ich diese ganz jungen Stadien selbst durch Zucht von Maikäfern erhalten habe; ein Irrtum in der Bestimmung ist also ausgeschlossen.

Bei der Larve von Mel. hippocastani Fabr. konnte ich keine abweichende Ausstattung mit Borsten entdecken, die zur sicheren Unterscheidung hätte dienen können. Doch scheint mir, soweit ein Schluss aus dem etwas geringen Vergleichsmaterial gezogen werden kann, hippocastani im allgemeinen dichter mit Borsten besetzt, die Felder auf den Rückenwülsten etwas grösser und die kleinen Dörnchen kräftiger zu sein.

Unterscheidungsmerkmale bei Larven anderer Lamellicornier.

Ich habe noch eine grössere Anzahl von Larven anderer Arten der Lamellicornier nach meiner Methode untersucht und eine Menge Unterschiede in der Besetzung mit Borsten gefunden. Doch war es mir nicht möglich, die Art immer mit unbedingter

Sicherheit zu bestimmen, denn was ich eben für die gewöhnliche Maikäferlarve nachgewiesen habe, trifft für die übrigen Lamellicornier-Larven in erhöhtem Masse zu. Die in der Litteratur zu findenden Beschreibungen der Larve sind für eine sichere Bestimmung selten ausreichend, wenn auch für manche Arten genaue Beschreibungen wenigstens der Mundteile vorliegen. Da ich es vermeiden möchte, unsichere Art- oder Gattungsdiagnosen aufzustellen, so muss ich mich hier darauf beschränken, auf die Punkte hinzuweisen, an welchen systematisch verwertbare Unterschiede zu erkennen sind, in der Hoffnung, dass sie Berücksichtigung finden, wenn in Zukunft Neubeschreibungen von Larven gemacht werden, deren Art durch Zucht oder sonstwie durchaus sicher festzustellen ist. Diese Punkte, auf die ich aufmerksam machen möchte, sind:

1. Welche Segmente tragen Borsten und welche nicht? Unterschiede finden sich an den Thorakalsegmenten und den ersten folgenden, die sämtlich zum Teil frei bleiben können, ebenso bei den letzten Segmenten, auf denen gewöhnlich die Fortbewegungsborsten fehlen, aber die Besetzung mit langen, dünnen Haaren verschieden sein kann; ob jeder Rückenwulst eines Segmentes Borsten trägt oder ob abwechselnd einer frei bleibt; ob die Borsten einzeln auf kleinen Kegeln oder gemeinsam auf Feldern stehen, in letzterem Falle, ob sie zerstreut oder in Reihen stehen, wie weit die Borsten an den Seiten herabreichen, ungefähre Angabe des Grades der Besetzung mit Borsten: ob in Menge dicht gedrängt oder spärlich und weit von einander entfernt; Grösse, Form und Richtung der Borsten, Auftreten von Haaren zwischen ihnen, Ausdehnung der Besetzung mit Borsten nach vor- und rückwärts in die Täler der Wülste.

2. Art der Besetzung der Seitenwülste mit Borsten oder Haaren. Es sei hier bemerkt, dass diese Wülste in den meisten Fällen nur Haare und nur in einem von mir beobachteten Falle auch Fortbewegungsborsten, diesmal allerdings in reichlicher Anzahl und kräftiger Entwicklung tragen.

3. Besetzung der Bauchwülste mit Haaren: verwertbare Unterschiede bemerkte ich nur daran, dass die Bauchwülste der Thorakalsegmente bei den einen dicht mit langen Haaren besetzt sind, bei anderen nur spärlich oder fast gar nicht.

4. Die Ausrüstung des Analsegmentes. Diese bietet wieder eine Menge von leicht erkennbaren Unterschieden: Ob dieses weit stärker mit Borsten besetzt ist als die vorhergehenden, und

in welcher Gruppierung die Borsten stehen, ob auf der Bauchseite Reihen von ganz kurzen, dicken Borsten vorhanden sind oder nicht, ob diese Reihen längs der Körperachse (in diesem Fall zwei Parallel-Reihen) oder quer zu derselben stehen (in diesem Fall nur eine Reihe). Auch die Zahl der Borsten in diesen Reihen schwankt; als Minimum fand ich bei einer unerkannten Larve 10. Ebenso ist ihre Form verschieden: es gibt solche, die auf einem kleinen Stiel sitzen und sich dann sofort verbreitern und von da ganz allmählich gegen die Spitze verschmälern, also etwa als schwertförmig zu bezeichnen wären, solche, die einfach abgeplattet sind und in eine Spitze zulaufen mit oder ohne Saum an den Schmalseiten, solche, die an der Basis rund und am schmälsten, sich allmählich abplatten und verbreitern, und an ihrem distalen Ende in drei oder vier Spitzen auslaufen. Ob endlich gekrümmte ruderähnliche Borsten auftreten oder bloss gerade. Auch die Stärke der Krümmung dieser Schaufelborsten kann verschieden sein.

5. Ob die ganz kleinen Dörnchen, welche den grössten Teil des Körpers besetzen, vorhanden sind, wo und in welcher Anordnung und Grösse sie auftreten.

Beobachtungen über die Bewegung des lebenden Engerlings.

Um die Beziehungen der Anordnung der Borsten zu ihrer Funktion richtig zu erkennen, ist es nötig, über die Art der Bewegung des lebenden Tieres genaueres zu wissen.

Ich habe dieselbe an lebenden Engerlingen beobachtet. Man ist dabei natürlich, um überhaupt etwas zu sehen, gezwungen, die Larve unter etwas veränderte Bedingungen zu setzen, aber es erscheint mir die Annahme berechtigt, dass der Engerling, auch wenn er nur zum Teil mit Erde bedeckt ist, nicht viel andere als die gewohnten Bewegungen machen wird, und wenn diese Anstrengungen ihn unter solchen etwas veränderten Umständen doch vorwärts bringen, er in der Erde denselben Bemühungen die Fortbewegung zu danken hat. Der lebende Engerling legt sich nie wie andere Larven mit wohl entwickelten Beinen auf die Bauchseite und versucht so, sich mit seinen Füssen weiter zu helfen, sondern er nimmt stets eine mehr oder weniger halbmondförmig gekrümmte Stellung ein, wobei der Rücken konvex, der Bauch konkav gebogen ist. Er liegt auf der Seite, bewegt die

Beine, kontrahiert und streckt die mittleren Segmente; die vier letzten, welche den Enddarm enthalten und von dessen Inhalt meist bläulich-schwarz gefärbt sind, nehmen an diesen Zusammenzieh- und Streckbewegungen keinen Anteil, ihnen fehlt auch, wie die Anatomie ergibt, wenigstens auf der Rückenseite fast ganz die Muskulatur. Diese letzten Segmente werden als Ganzes vor- und rückwärts bewegt, dem Kopf genähert und entfernt, so dass der Kreisbogen, den die ganze Larve bildet, je nachdem mehr geschlossen oder weiter geöffnet wird.

Auf diese Weise bringt die Larve aber auf ebener Fläche, wie sie eine hölzerne Tischplatte bietet, trotz aller Bewegungen keine irgendwie nennenswerte Ortsveränderung zu Stande. Ich versuchte sie nun auf den Rücken zu legen und brachte sie, da sie dabei stets umfiel, in ein Kästchen, indem ich sie an die Seitenwand anlehnte. In dieser Stellung, Kopf und After oben ziemlich nah beisammen, nur mit den mittleren Segmenten, also dem Scheitel des Kreisbogens am Rücken, den Boden, und mit den drei Beinen der einen Körperseite die Wand des Kästchens berührend, waren einige Engerlinge tatsächlich imstande, durch fortgesetztes Zusammenziehen und Wiederausstrecken der mittleren Segmente sich die ganze Wand des Kästchens entlang über 15 cm weit, wenn auch langsam, fortzubewegen, und ich konnte diesen Versuch mehrmals wiederholen. Hierauf beobachtete ich die Engerlinge beim Eingraben in die Erde und versuchte sie in der Erde durch rasches Abheben der Decke in einer möglichst natürlichen Lage zu überraschen. Soweit sich nun aus den verschiedenen Einzelheiten der Beobachtungen bei mehreren Larven und wechselnden Umständen Folgerungen ziehen und von den verschiedenen, gleichzeitig oder rasch auf einander folgenden Einzelbewegungen Schlüsse auf den regelmässigen Gesamtverlauf machen lassen, so stellt sich die Fortbewegung des Engerlings folgendermassen dar:

Er liegt in der Erde auf dem Rücken, oder auf der Seite oder schräg; dies ist, da er hierbei auf allen Seiten von Erde umgeben ist, für die Art der Fortbewegung einerlei. Dabei ist das Abdominalende häufig ganz dicht an das Kopfende genähert, so dass die drei Beinpaare das Abdominalende an den Seiten etwa bis zu dessen Mitte umfassen. Infolge der ungleichen Länge der Beine, die vom ersten bis zum dritten Paar immer länger werden, reichen sie an diesen stumpfen Kegel des Abdomens doch an den Seiten gleichmässig weit daneben hinaus. Dieses Abdominalende wird

nun als Ganzes, gewissermassen wie ein einziger Fuss, fest eingesetzt und von dieser Stütze aus die einzelnen, besonders die mittleren Segmente, in der Reihenfolge von hinten nach vorne gestreckt und dadurch Kopf und Brust nach vorwärts geschoben. Hierauf erfolgt durch energische Kontraktion der mittleren Segmente das Nachziehen des Abdominalendes, und mit dem Feststellen dieses beginnt der ganze Vorgang wieder von Neuem. Durch willkürliches Zusammenziehen und Ausstrecken der Bauch- oder Rückenmuskulatur für sich wird der Kreisbogen enger oder weiter gemacht und dadurch der ganze Vorgang kompliziert und die Erklärung erschwert. Die drei Beinpaare sind dabei fortgesetzt in Bewegung, die wie eine Welle vom vordersten zum letzten verläuft und in einem Ausstrecken schräg rücken- und kopfwärts und dann wieder einem Einziehen brustwärts besteht.

Die ganze Tätigkeit der Beine sieht ziemlich unbeholfen aus und scheint mir sehr wenig Einfluss auf das Mass der Ortsveränderung zu haben, als vielmehr auf die Richtung derselben; sie scheinen nicht viel mehr als die Steuerapparate zu sein, die verhindern, dass die Bewegung der in einem Kreisbogen gekrümmten Larve zu einem fortgesetzten Drehen um das Zentrum dieses Kreisbogens wird.

Die Mandibeln werden von der Larve häufig, aber nicht immer, wie eine Zange geöffnet und geschlossen. Ob sie vielleicht in der Art einer Klammer bei der Fortbewegung mithelfen, oder ob diese Bewegung bloss triebartig zur Erfassung von Nahrung geschieht, entzieht sich meiner Erkenntnis.

Ueber die functionelle Bedeutung der Borsten beim Engerling.

Legt man sich nun die Frage vor, wo man an der Larve Apparate, die zur Fortbewegung dienen könnten, zu suchen hätte, so würde die Antwort wohl lauten müssen: In erster Linie an den Rückenwülsten zur Fortbewegung und am Analende zum Stützen. Vergleicht man mit dieser Antwort die Besetzung der Larvenhaut mit Borsten, so findet man, dass diese theoretische Forderung vollkommen erfüllt wird.

Auf der ganzen Bauchseite, ausgenommen die Analgegend, fehlen die Borsten vollständig; infolge der stets zusammengekrümmten Lage kommen diese Teile fast gar nicht mit der um-

gebenden Erde in Berührung, dagegen sind die Borsten am Abdominalende besonders auf der Bauchseite sehr zahlreich, gross, stark differenziert und einzelne besonders ihrem Zwecke angepasst. Die langen schaufelartig verbreiterten und hakenförmig gekrümmten Borsten (siehe Fig. 8) vor der Afterklappe auf den Feldern zu beiden Seiten der Parallelstreifen in die lockere Erde eingepresst, geben sicher einen festen Stützpunkt. Die Abplattung dieser Borsten verstärkt die Wirkung bei gleichzeitiger Ersparung von Stoff, die Krümmung der Spitzen verhindert gleich Ankern eine Verschiebung vor- und rückwärts; zur Vermeidung der jetzt allein noch möglichen seitlichen Verschiebung nach rechts und links tragen jedenfalls die starken Borsten der beiden parallelen Längsreihen zwischen den beiden Feldern gerade durch ihre gegen einander gerichtete schräge Stellung und schwache Krümmung, und vielleicht auch die ganz langen Borsten zu beiden Seiten der Afterklappe das ihrige bei. Hervorzuheben wäre noch, dass die Schaufelborsten dicht neben der Parallelreihe, also am nächsten der Mittellinie und auf der höchsten Wölbung der Bauchseite am längsten und stärksten entwickelt sind und von da aus seitwärts an Grösse abnehmen, dabei auch ihre Krümmung und Abplattung immer mehr verlieren; die äussersten an den Seiten rechts und links sind rund, gerade und zugespitzt wie die Rückenborsten auch.

Von den zwei Feldern aus ziehen zwei kräftige Muskelstränge auf der Bauchseite nach vorne allmählich divergierend in der Richtung auf die letzten, Borsten tragenden Rückenwülste des neunten Segments. Dies sind ohne Zweifel die Muskeln, welche das Abdominalende als Ganzes bewegen.

Der übrige Teil der beiden letzten Segmente ist fast ohne jede Haarbekleidung, er enthält den Enddarm mit der grossen Kotmenge, ein Zusammenziehen ist deshalb unmöglich, es fehlt auch jede weitere kräftige Muskulatur; eine Mithilfe der Oberfläche bei der Fortbewegung ist deshalb ausgeschlossen.

Die nach vorn nun folgenden mittleren sieben Segmente tragen mit Ausnahme des ersten und letzten derselben eine ziemlich gleiche Ausstattung mit Borsten, deren Funktion etwa mit der von Steigeisen zu vergleichen wäre, die in die umgebende lockere Erde eingreifen und dadurch einigermassen Halt schaffen. Die Borsten besetzen auf den Rückenwülsten deren Oberfläche genau so weit, als sie bei Kontraktion der Ringe noch frei bleibt. Bei starker Kontraktion bildet der ganze Rücken somit eine fast

gleichmässig mit Borsten besetzte Fläche. Aber auch für den Zustand der Ausstreckung der Segmente erscheint diese Art des Besatzes nicht unzweckmässig: die Borsten sitzen auf der Kuppe des ganzen Wulstes, die natürlich zuerst und am meisten mit der Umgebung in Berührung kommt und auf der deshalb der Hauptteil der Arbeit lastet.

Ueber die Beschaffenheit der Borsten wäre noch zu bemerken, dass sie in der Gegend der Rückenmittellinie stärker, aber kürzer sind als an den Seiten, an denen sie, wenn auch nur um ein wenig, allmählich an Länge zu- und an Dicke abnehmen und sich dadurch in ihrer Gestalt den Haaren immer mehr nähern. Dies trifft vor allem bei dem letzten Wulst eines jeden dieser Segmente zu, der als einziger sich in grösserer Ausdehnung nach den Seiten hin erstreckt. Die Form der Borsten, die nach hinten gerichtet, schwach nach hinten gekrümmt und auf ihrer Hinterseite etwas weniger konvex sind als an der Vorderseite, also eine geringe Abplattung zeigen, deutet auf eine zweckmässige Anpassung an ihre Funktion. (Siehe Fig. 8 auf Seite 25.)

Nach der Art ihrer Eingelenkung haben die Borsten wohl eine gewisse, auch experimentell nachweisbare, passive, federnde Beweglichkeit. Bei den funktionell stark beanspruchten Borsten ist sowohl an der Borste als an dem Gelenkring auf der Seite, welche der Funktionsrichtung entgegengesetzt ist, eine Verdickung des Chitins vorhanden, welche geeignet erscheint, wie eine Art Widerlager dem Drucke Widerstand zu leisten, ein zu starkes Zurückbiegen zu verhindern und so eine Fortbewegung mittels der Borsten zu ermöglichen. (Siehe Fig. 8.)

Uebergänge zu den nicht beborsteten Wülsten bilden nach vorn und hinten der letzte Wulst des vierten und der mittlere des zehnten Segmentes, die nur mehr vereinzelte Borsten tragen. Die drei Thorakalsegmente haben auf dem Rücken keinen Besatz mit Borsten; in dieser Region haben wohl die drei Beinpaare die Arbeit zur Fortbewegung, soweit sie dazu überhaupt im stande sind, übernommen. Ausserdem ist dieser Teil bei der stark zusammengekrümmten Haltung des Engerlings das eine Ende des Kreisbogens, die Wirkung von Borsten wäre also hier nicht so stark als wie auf dem Scheitel, dazu kommt die schwach rückwärts gerichtete S-förmige Krümmung der Brust, die bei der lebenden Larve viel häufiger eintritt, als an den getöteten und konservierten zu sehen ist.

Ueber die Ausrüstung der Beine mit Borsten möchte ich

bemerken, dass nur die beiden äusseren Glieder solche in grösserer Zahl aufweisen, während das lange erste nur ganz wenige dünne und lange Haare trägt. Es kommen hier an und für sich die Endglieder mehr mit der Umgebung in Berührung und können als Enden langer Hebel stärker wirken, auch ist in diesem Falle das erste Glied infolge der starken Annäherung des Abdomens an die Brust fast völlig jeder Wirkung beraubt; es ist mehr der Stiel, an dem die Endglieder, welche die Funktion ausüben, sitzen. Die Funktion der Beine wird, wie ich schon oben gesagt, bei der Fortbewegung im wesentlichen eine steuernde sein; ausserdem werden sie vielleicht den vorderen Stützpunkt für die Kontraktionen der mittleren Segmente bilden; sie scheinen mir durch Gestalt und Ausrüstung ferner sehr geeignet zu sein, dem Engerling zum Festhalten an den Pflanzenwurzeln, welche er befrisst, zu dienen.

Ich habe den Engerling im Vorstehenden absichtlich auf eine so ausführliche Weise besprochen, erstens weil er ein allgemein bekanntes Tier ist, zweitens weil wir seine Lebensweise im allgemeinen ziemlich genau kennen, und ich seine Bewegungen am lebenden Tier beobachten konnte, und aus diesen beiden Gründen die Beziehungen zwischen der Organisation des Tieres und der Funktionierung dieser Organe am besten erkannt und die Schlussfolgerungen mit dem grössten Mass von Berechtigung gezogen werden konnten. Drittens weil der Engerling zu den Larven gehört, bei denen die Ausstattung mit den Fortbewegungsborsten in Bezug auf Vorhandensein und Differenzierung fast das Extrem erreicht hat. Nur ungefähr ein Sechstel der Gesamt-Oberfläche der Larve trägt Fortbewegungsborsten, zwischen den Regionen mit solchen und ohne solche bestehen fast keine Uebergänge, Form und Anordnung der Borsten tragen in hohem Grade die Zeichen der Anpassung an die Funktion und der Zweckmässigkeit der Organisation.

Ueber die Larven anderer Lamellicornier.

In der Betrachtung der übrigen Lamellicornier-Larven will ich mich kürzer fassen und aus den oben erwähnten Gründen nur das Allgemeine angeben.

Ich sagte oben, dass beim Engerling die Ausbildung der Organisation mit Fortbewegungsborsten bis ins Extrem getrieben

worden sei. Dies wird besonders bei dem Vergleich mit den Larven anderer Lamellicornier erkennbar.

Ihm am nächsten stehen die Larven aus der Gruppe der Phyllophagen. Bei ihnen tragen auch die Rückenwülste der mittleren Segmente starken Besatz mit Borsten, während die Bauchwülste derselben Segmente und die Thorakal- wie die vorletzten Abdominalringe mehr oder weniger frei bleiben. Das Afterende ist wieder sehr dicht mit Borsten besetzt. Ueber die verschiedene Anordnung und die mannigfachen Formen der Borsten habe ich schon weiter oben bei dem Hinweis auf systematische Unterschiede einiges Nähere gesagt. Der Grundzug ist immer der gleiche, die Lebensweise ebenfalls. Die Larven leben in der Erde und müssen immer wieder, um zu neuer Nahrung zu gelangen, je nach der Art der Pflanzendecke, sich grössere Strecken fortbewegen. Ausserdem gehen sie, wie wenigstens vom Engerling feststeht, für den Winter ziemlich tief hinunter zum Schutz vor der Kälte, sind also im Verhältnis zu anderen in der Erde lebenden Insektenlarven zu bedeutenden Wanderungen gezwungen. Daraus erkläre ich mir den hier erreichten höchsten Grad in der Ausrüstung mit Borsten.

Den Gegensatz zu dieser Gruppe von Lamellicorniern bilden die Larven der Blumenkäfer, Melitophila Latr., wozu die Cetonien und ihre Verwandten gehören.

Sie sind nur schwach gekrümmt, mit kurzen Beinchen, und einer auf allen Segmenten ziemlich gleichartigen Behaarung:

Nur das erste Segment mit der Rückenplatte und das Analsegment weichen um einiges ab, die übrigen tragen auf der Kuppe der Rückenwülste 2—3 Reihen weitläufig stehender Borsten mit einer geringen Anzahl von langen dünnen Haaren, die mehr am Hinterrand der Kuppe in grossen Abständen von einander stehen. Die Vorder- und Hinterränder der Wülste, welche bei den Kontraktionen eingefaltet werden, sind vollkommen frei von Borsten und Haaren. Die Seitenwülste haben sämtlich ziemlich dicht stehende lange dünne Haare, wie solche auch auf den Bauchwülsten, aber in erheblich geringerer Menge sich befinden. Das Analsegment ist ober- und unterseits bei manchen ziemlich gleichmässig mit zerstreut stehenden Borsten besetzt; auf der Unterseite finden sich dann wieder schaufelähnliche Haare in verschiedener Anordnung in Reihen oder Gruppen.

Diese Larven leben in faulem oder mulmigem Holz, manche angeblich in Ameisennestern. Sie leben also in ihrer Nahrung

selbst, haben daher keine besonders grosse Ortsveränderung nötig, um zu frischer Nahrung zu gelangen. Daraus folgt, dass sie zu keinerlei energischen Fortbewegungen gezwungen sind, und damit erklärt sich auch wohl die im allgemeinen schwache und gering differenzierte Ausstattung mit Fortbewegungsborsten.

In die Mitte zwischen diesen beiden Extremen kann man ungefähr die Larven des Hirschkäfers und des Nashornkäfers stellen. Die Larve von Lucanus cervus L. aus der Familie der Lucaniden steht den Lamellicornier-Larven aus der Gruppe der Phyllophagen ziemlich nahe. Die drei Thorakalsegmente, welche die vergleichsweise kleinen Beine tragen, sind ohne Borsten; vom vierten bis zum neunten Segment trägt der immer breiter werdende zweite Rückenwulst jedes Segmentes eine gleichmässige Besetzung mit Borsten. Die Seitenwülste sind nur schwach, die Bauchwülste gar nicht behaart. Das zehnte und elfte Segment sind allseitig fast nackt, das zwölfte trägt sehr zerstreute, weit auseinander stehende Borsten auf seiner Rückseite, und erst das Analende hat auf der Bauchseite, unterhalb des Afters, zwei Wülste, die sehr dicht mit langen starken Borsten besetzt sind.

Die Larve des Nashornkäfers, Oryctes nasicornis L., des einzigen einheimischen Vertreters der Unterfamilie Dynastini, steht wieder in ihrer Organisation den Cetoniinen näher. Die schwach mit Borsten besetzten Rückenwülste der Thorakalsegmente und der letzten Abdominalsegmente zeigen recht gut einen allmählichen Uebergang zu den stärker beborsteten fünf mittleren Ringen; Seiten- und Bauchwülste haben ziemlich lange Behaarung, und in der Umgebung des Afters finden sich wieder zerstreut stehende starke und kurze Borsten. Der Hirschkäfer entwickelt sich in Eichenmulm, der Nashornkäfer in Gerber-Lohe. Näheres über Art und Mass der Fortbewegung ihrer Larven ist mir nicht bekannt.

Eine besondere Stellung nimmt nach ihrer Organisation ein die Larve von Sinodendron cylindricum Fabr. aus der Familie der Lucaniden. Diese Larve hat wieder stärker entwickelte Beine, kräftige Fortbewegungsborsten auf den Rückenwülsten, fast keine Behaarung auf der Bauchseite und, im Gegensatz zu den bisher behandelten Formen, keinerlei besondere Organe am Analende, dagegen sind die Seitenwülste mit starken Borsten und die ganze Haut zu einem grossen Teile stärker als die übrigen untersuchten Lamellicornier mit Dörnchen besetzt. Man

darf daraus vielleicht den Rückschluss ziehen, dass diese Larve, die in alten Stöcken lebt und die ich leider nie lebend erhalten habe, eine etwas andere Art von Fortbewegung ausübt, als ihre Verwandten.

Die Larven der Grab- und Mistkäfer, Coprophaga, zeigen ungefähr denselben allgemeinen Lamellicornier-Typus: Freibleiben oder schwache Beborstung auf den Rückenwülsten der Thorakalsegmente, Borsten in verschiedener Form und Anordnung auf den Rückenwülsten der mittleren Segmente, Abnahme der Besetzung auf den letzten Abdominalsegmenten, aber wieder ganz besondere Ausrüstung des Analringes auf der Bauchseite, während alle übrigen Bauchwülste von Fortbewegungsborsten frei bleiben. Aber bei diesen Larven ist die Bestimmung so unsicher, obwohl die Formen so mannigfaltig sind, so dass ich wohl auf eine weiter ins Einzelne gehende Beschreibung verzichten kann.

Mancherlei besondere Abweichungen vom oben geschilderten Lamellicorniertypus führe ich darauf zurück, dass diese Larven sich in einem mehr schlüpfrigen, schleimigen Medium bewegen als die übrigen Lamellicornier, die sich in Erde oder Holzmulm aufhalten, also einer rauhen, grobkörnigen Umgebung.

Larven der Anobiidae, Nagekäfer.

In der mir zugänglichen Litteratur finden sich genauere beschreibende Notizen über die Larven nur bei Nitsche, der aber nicht besonders auf die Behaarung eingeht, jedoch schon angibt, dass die Dörnchen auf der Rückenfläche der Segmente verschieden angeordnet sind.

Von Anobien-Larven hatte ich solche aus Fichtenzapfen, aus Fichtenrinde und aus trockenem Föhrenholz für die Untersuchung zur Verfügung, ohne jedoch Käfer und damit die Möglichkeit der genauen Bestimmung zu erhalten.

Sie zeigen in hohem Grade Aehnlichkeit mit dem Typus der Lamellicornier. Es sind kleine Larven, die stets in etwas gekrümmter Stellung verharren und drei kleine, aber wohlentwickelte Beinpaare besitzen. Bauch- und Seitenwülste sind nackt, Fortbewegungsborsten tragen nur die Rückenwülste der mittleren Segmente und der Afterwulst an seiner Bauch- und Seitenfläche. Allen untersuchten Arten gemeinsam ist, dass nur der erste keilförmige Rückenwulst eines jeden Segmentes die starken

Fortbewegungsborsten trägt, während der zweite, der in der Rückenmittellinie am schmälsten ist und sich nach den Seiten zu ausbaucht, völlig davon frei bleibt. Dieser kommt wahrscheinlich überhaupt nicht in stärkere Berührung mit der Umgebung. Gleich ist ferner bei allen die Form der Borsten; diese sind sehr kräftig, kurz und dick und mit starker Krümmung nach hinten gebogen.

Die Larven der in Fichtenzapfen lebenden Art, vermutlich Ernobius abietis Fabr. angehörig, zeigen folgende Einzelheiten:

Die beiden ersten Thorakalsegmente sind auf den Rückenwülsten nur mit langen dünnen Haaren besetzt. Der Rückenwulst des ersten Segmentes ist an den Seiten stark aufgetrieben und trägt an seiner vorderen Seite eine Platte, ebenso ragt der untere Seitenwulst des zweiten Segmentes stark kegelförmig hervor. Das dritte Thorakalsegment beginnt auf dem ersten Rückenwulst schon mit der Ausstattung mit Borsten, es hat jedoch nur eine geringe Anzahl derselben und sie reichen auch nicht so weit an den Seiten herab.

Die Seiten- und Bauchwülste tragen bei allen drei Thorakalsegmenten zahlreiche lange, dünne Haare.

Die folgenden fünf Segmente sind in ihrer Ausrüstung wieder ziemlich übereinstimmend: der erste Rückenwulst mit starken Borsten, der zweite oben nackt, an den Seiten mit einigen langen dünnen Haaren, die Seitenwülste dichter und die Bauchwülste spärlich mit solchen Haaren besetzt. Von den letzten drei Segmenten trägt nur noch das erste regelmässig auf dem ersten Rückenwulst eine geringe Zahl Borsten. Auf den Rückenwülsten der beiden folgenden variiert die Besetzung individuell: Borsten können absolut fehlen oder nur auf den Seiten ein paar einzelne oder eine kleine Gruppe stehen, während die Mitte frei bleibt; nur in einem Falle sah ich die Gruppen sich in der Mittellinie so weit nähern, dass sie zusammen stiessen. Dabei ist die Zahl der Borsten auf dem Rückenwulst des letzten Segments, falls solche überhaupt vorhanden, eine geringere als die auf dem vorletzten, und auf diesem immer noch kleiner als auf dem drittletzten.

Vom letzten Segment trägt der zweite Wulst, der schon die Larve nach hinten abschliesst, auf seinen beiden nach hinten gerichteten Seitenflächen nahe der Bauchseite rechts und links je ein Feld, das stark mit Borsten besetzt ist. Auch der drei-

zipfelige Afterwulst hat an seinen beiden Seitenklappen noch eine kleine Anzahl von Borsten, auf der oberen mittleren stehen zwei solche.

Die Larven anderer Anobienarten unterscheiden sich in Bezug auf die Besetzung mit diesen grossen Borsten von denen aus Fichtenzapfen dadurch, dass der erste Rückenwulst der mittleren Segmente viel breiter ist, aber nur in seiner vorderen Hälfte Borsten trägt, die etwas mehr in quer zur Längsaxe stehende Reihen geordnet sind; gewöhnlich sind drei solche Reihen vorhanden.

Die Haut der Anobienlarven ist ausserdem mit kleinen Basalplatten besetzt, die auf dem ersten Segment, zwischen Kopf und Rückenwulst, am deutlichsten ausgebildet sind, eine allmähliche Entwicklung von kleinen zu grösseren zeigen, und an ihrer Spitze einen kleinen Dorn tragen. Die Oberfläche der Bauchwülste, auch an den drei ersten, welche die Beinpaare tragen, überdecken solche Basalplatten, aber ohne Dornen ziemlich gleichmässig, sie fehlen aber in den Falten. Ebenso sind sie auf den Seitenwülsten und auf den Rückenwülsten vorhanden. Auch hier fehlen sie in den Falten, auf den vorderen Rückenwülsten auch auf dem Gebiet, welches von den starken Borsten besetzt wird. Auf den Wülsten der letzten Segmente sind sie wieder etwas stärker entwickelt und stehen auch zwischen den grossen Borsten.

Die Anobien-Larven bewegen sich in Holz und Mulm. Die Art der Fortbewegung wird ungefähr eine ähnliche sein, wie die der Lamellicornier-Larven, nur ist das letzte Segment etwas nach hinten abgeplattet und die starken Borsten desselben sitzen auf dieser Hinterfläche, nicht wie bei den Lamellicornier-Larven hauptsächlich auf der unteren Bauchseite. Dadurch wird jedenfalls die stützende Wirkung auf eine viel grössere Fläche verteilt, und daher wohl die Ausbildung spezialisierter Formen von Borsten unnötig sein.

Die stärkere Ausbuchtung des ersten Rückenwulstes an den Seiten, die bei den Larven der Apatini sich auf den ganzen Rückenwulst erstreckt, könnte zusammenhängen mit dem Umstand, dass die Anobien manchmal das sogenannte Bohrmehl aus ihren Gängen auswerfen. Es wäre möglich, dass sie dieses vor sich herschöben.

Larven der Lymexylonidae.

Ich reihe die Lymexyloniden, trotz ihrer bei den erwachsenen Tieren weit von den Anobien verschiedenen Form, deshalb direkt an diese an, weil sie in den Jugendstadien ihrer Larven bloss eine stark spezialisierte Form des Anobien-Larventypus zu sein scheinen. Schon die Larven der Anobien haben am ersten Segment den Rückenwulst etwas aufgetrieben und noch mehr ist das bei den Apatinen der Fall.

Die Larve von Hylecoetus dermestoides L.

Bei dieser Art war ich in der glücklichen Lage, die Organisation der Larve in verschiedenen Stadien beobachten zu können.

Die jüngste Stufe, die eben aus dem Ei geschlüpfte Larve, verdanke ich der Güte von Prof. Pauly. Diese jüngsten Larven sind den ausgewachsenen sehr unähnlich, aber durch Zwischenstufen ist die Veränderung leicht zu erklären.

Es sei zuerst dieses jüngste Stadium beschrieben, wobei die Bemerkung hinzugefügt werden muss, dass die Präparation dieser kaum 1,5 mm langen und 0,25 mm im Durchmesser zeigenden Larve ziemliche Schwierigkeiten bot. (Siehe Figur 9.)

Fig. 9.
Haut einer aus dem Ei geschlüpften Larve von Hylecoetus dermestoides L. von der Seite gesehen.
Vergrösserung etwa 66fach. (Kopf des Originals etwas defekt.)

Der Rückenwulst des ersten Segmentes ist stark kapuzenähnlich aufgetrieben und reicht an den Seiten bis an den Bauch hinab bis fast zur Eingelenkung des Beines. Dieser Wulst hat an seinem vorderen Rand eine fortlaufende Reihe von ziemlich grossen nach hinten gerichteten Höckern, die an den Seiten

am stärksten, oben in der Mitte am schwächsten entwickelt sind; dahinter steht eine Anzahl kleiner, nach hinten gerichteter Höcker, die oben und in der oberen Hälfte der Seitenfläche nur das vordere Drittel des ganzen Wulstes einnehmen, unten an den Seitenflächen aber in zwei getrennten Gruppen bis an den Hinterrand reichen. Die nach vorn gegen den Kopf abfallende Fläche dieser Kapuze ist mit kleinen Basalplatten, die denen bei den Anobien-Larven äusserst ähnlich sind, dicht bedeckt; jede Basalplatte trägt einen kleinen Dorn. Von der unteren Region am Kopfe bis zum oberen Vorderrand der Kapuze nehmen diese Platten und die auf ihnen sitzenden Dörnchen von ganz kleinen Gebilden allmählich immer mehr an Grösse zu. Dieselben Gebilde, nur noch etwas stärker, finden sich auf der unteren Fläche des Kapuzenwulstes auf beiden Seiten. Die nächsten zwei Segmente haben auf dem Rückenwulst bloss eine Reihe vereinzelt stehender langer Haare, sind an den Seitenflächen unten schwach aufgetrieben und haben da noch einige Höcker, wie sie auf der Kapuze stehen, auf dem zweiten Segment mehr als auf dem dritten; auf der nach unten gerichteten Fläche ihrer Auftreibung stehen die gleichen Höckerchen mit Dornen, wie bei dem Kapuzenwulst des ersten Segmentes. Auf der Bauchseite sind diese, drei Beine tragenden Segmente nur mit einzelnen langen, dünnen Haaren und mit ganz feinen, weitläufig stehenden Dörnchen besetzt. Auf dem vierten Segment beginnt nun in ganz schwacher Weise die in der Mitte jedes Rückenwulstes stehende Reihe von analwärts gerichteten Höckern, die auf den folgenden acht Segmenten an Längenausdehnung und an Stärke der Höcker allmählich zunimmt und auf dem letzten Segment ihre höchste Ausbildung erreicht. In jeder dieser Reihen sind die Höcker oben auf dem Rücken am stärksten, während sie nach den Seiten hinunter zu an Grösse und Zahl allmählich abnehmen und gegen das Stigma hin allmählich fast verschwinden. In ihrer ganzen Form sind sie dem Höckerkranz am Vorderrande des ersten Segmentes ähnlich; die auf dem vorletzten Segment stehenden kommen an Grösse ungefähr den auf dem ersten Brustring befindlichen nahe. Die Seitenwülste, sowie die in zwei seitliche und einen dreieckigen mittleren Wulst zerfallenden Bauchwülste tragen einzelne lange, dünne Haare.

Das letzte Segment ist an seiner Hinterseite zu einer schräg stehenden, runden Scheibe abgeplattet, an deren Aussenrand ringsum ähnliche Höcker stehen wie auf den vorhergehenden

Segmenten. Die Scheibe steht in der Art schief, dass das Tier auf der Bauchseite etwas länger ist als auf der Rückenseite.

Die Höcker sind von verschiedener Grösse und Form, oben am Rücken stumpf kegelförmig, an den Seiten verbreitert mit mehreren Kuppen. An den Seiten sind sie nur schwach ausgebildet, dagegen steht an dieser Stelle, etwas nach innen gerückt, auf der Scheibe jederseits ein grosser starker Zapfen.

Von da, nach der Bauchseite zu, nehmen die Höcker jederseits wieder an Grösse rasch zu, es treten jederseits ein paar starke, breite, wallartige auf; nach der Mittellinie des Bauches zu nehmen die Höcker an Grösse wieder rasch ab, so dass in der unteren Mitte des Scheibenrandes ganz kleine stehen. Zwischen den Höckern stehen an einigen Stellen einzelne lange, dünne Haare. Die Fläche der Scheibe selbst ist mit kleinen Basalplatten ziemlich dicht besetzt.

Vor dieser Scheibe auf der Bauchseite des letzten Segmentes hat der dreigeteilte Bauchwulst ebenfalls eine besondere Ausbildung erfahren, er ist stark aufgetrieben, an seiner ganzen Oberfläche mit feinen Höckerchen besetzt. Die beiden Seitenteile tragen etwa sieben, in einem kleinen Kreis stehende, grössere, etwas gekrümmte Höcker. Die ganze Ausbildung erinnert sehr an die Kranzfüsse der Schmetterlingsraupen und dient wohl auch denselben Zwecken.

Das nächst grosse Entwicklungsstadium, das mir zur Verfügung stand, ist eine schon 5 mm lange Larve; ob dies auch das Stadium der nächsten Häutung ist, vermag ich nicht zu sagen (die grösste ausgewachsene Larve mass fast 24 mm). Dieses zweite Stadium ist der Gestalt der ausgewachsenen Larve schon sehr ähnlich, zeigt aber doch in einigen Punkten noch Uebereinstimmung mit den ersten Jugendstadien, so dass ich noch feststellen konnte, wie sich der Uebergang vollzogen hat.

Die Auftreibung des Rückenwulstes am ersten Segment ist wie bei dem ersten und bei allen folgenden Stadien die gleiche; die Anordnung der Besetzung mit Höckern ebenfalls ungefähr gleich, nur sind die Höcker an den Seiten sehr lang gezogen, so dass sie fast Leisten ähneln. Es fehlt dagegen völlig die Leiste mit Höckern am Vorderrand, und die feinen Dornen auf der Vorderseite der Kapuze stossen ohne Uebergang, aber auch ohne besondere Grenzlinie an die Höcker auf der Oberseite. Die Seitenwülste der beiden folgenden Brustsegmente tragen auf ihrer Unterseite Höcker. Einige ganz wenige kleine finden sich

auch noch auf dem des folgenden Segmentes. Dagegen beginnen die Höcker der Rückenwülste erst ganz schwach auf dem fünften Segment, aber an anderer Stelle und in anderer Form. Sie stehen in einer Gruppe fast ganz am Hinterrand des Rückenwulstes und haben dieselbe Gestalt, wie die auf dem Rückenwulst der ersten Segmente, nur etwas kleiner. Auf dem nächsten Segment vergrössert sich diese Gruppe und vor ihr beginnt sich durch einige vereinzelte Höcker eine Reihe zu bilden. Auf dem folgenden siebenten und achten Segment nimmt die Gruppe und die Reihe an Zahl der Höcker und Grösse derselben zu. Auf allen diesen Segmenten nimmt die Zahl der Höcker in der Gruppe und die Grösse der Höcker in der Reihe, nach den Seiten hinunter zu, ab; Gruppe und Reihe aber hören noch etwa die Hälfte der Seitenlänge von den Stigmen entfernt auf. Auf dem neunten Segment übertreffen die Höcker der Reihe an Grösse die Höcker der Gruppe schon merklich, und die Zahl der Höcker in der Gruppe nimmt ab. Die Höcker in der Reihe sind stumpf und mehr kuppig. Auf dem zehnten Segment fehlen die Höcker der Gruppe völlig bis auf einige rudimentäre, dagegen sind die Höcker der Reihen zu starken stumpfen Kegeln gewachsen, die nahe der Mittellinie am grössten sind und nach den Seiten zu abnehmen. Auf dem elften Segment zeigt die Reihe ungefähr dieselbe Ausbildung wie auf dem vorigen, wird eher etwas schwächer. Auf dem letzten Segment, das bei dem ersten Jugendstadium eine runde Scheibe trug, die nur um wenig länger als breit ist, erscheint diese Scheibe besonders in ihrer unteren Hälfte schräg hinunter in die Länge gezogen, und ist jetzt etwas mehr als zweimal so lang als breit. (Siehe Figur 10.)

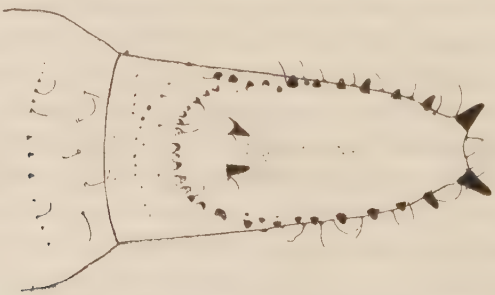

Fig. 10.

Abdominalende der zweiten Stufe der Larve von Hylecoetus dermestoides L. von oben gesehen. Vergrösserung etwa 60fach.

An ihren Rändern trägt sie ebenfalls den Höckerkranz, doch sind die Abstände der einzelnen Höcker von einander, besonders in dem hinteren Teil viel grösser geworden, und aus den beiden Gruppen der wallartigen Höcker auf der Bauchseite haben sich die zwei am weitesten nach hinten und unten gelegenen Höcker besonders stark zu rundlichen Zapfen ausgebildet. Zwischen diesen beiden Endzapfen ist die Scheibe ein wenig nach innen eingebuchtet, und auf diesem Rand nur noch mit einigen wenigen, noch stärker als im ersten Jugendstadium rudimentär gewordenen Höckern besetzt. Die beiden starken, etwas nach innen eingerückten Zapfen sind ebenfalls noch vorhanden, stehen jetzt in der Oberhälfte der Scheibe und heben die Analogie noch deutlicher hervor. Die Scheibe ist nur noch in ihrer mittleren Partie unterhalb dieser Zapfen mit feinen Dornen besetzt.

Aehnliche feine Dornen sind bei diesem Stadium auf der vorderen Hälfte der Rückenwülste vor den grösseren Reihenhöckern sichtbar geworden, während auf den Bauchwülsten ganz feine, immer in Gruppen zu zweien und dreien beisammen stehende Dörnchen zerstreut in ziemlicher Menge stehen.

Die Ausstattung des Bauchwulstes beim letzten Segment ist ungefähr die gleiche wie beim ersten Jugendstadium, nur nehmen in dem Höckerkreis die Höcker am hinteren Bogen an Grösse bedeutend zu, während die vorderen sich verkleinert haben.

Die Unterschiede der folgenden Stadien sollen jetzt etwas kürzer behandelt werden, da die Zahl der Häutungen dieser Larve nicht bekannt ist, und auch, wie ich aus dem untersuchten Material schliessen musste, leichte individuelle Variationen vorzukommen scheinen. (Siehe Figur 11 und 12.)

Es verschiebt sich der Beginn der Höcker auf den Rückenwülsten noch weiter nach hinten bis zum sechsten oder siebenten Segment, es tritt aber schon beim fünften oder sechsten Segment an den Seiten der Rückenwülste eine kleine Gruppe von Höckern in geringer Zahl auf, die auf dem zehnten Segment sich nach oben auszudehnen beginnt, auf dem elften Segment einen unregelmässig breiten Streifen vor der Höckerreihe auf der Mitte des Wulstes bildet, und ihre stärkste Ausbildung auf dem letzten (dem zwölften) Segment erreicht.

Die Höcker der Mittelreihe nehmen an Zahl zu bis zum neunten Segment, sind am grössten auf dem zehnten, nehmen aber auf diesem und den folgenden an Zahl ab. Die Höcker der da-

Fig. 11. **Ausgewachsene Larve von Hylecoetus dermestoides L.,** von oben gesehen. Vergrösserung etwa 10fach.

Fig. 12. **Haut einer ausgewachsenen Larve von Hylecoetus dermestoides L.,** von der Seite gesehen.
Vergrösserung etwa 10fach.
Am Abdominalende sind die feinen Härchen weggelassen, um die Höcker deutlicher erkennbar zu machen.

hinter liegenden Gruppe nehmen an Zahl zu bis zum achten, sind am stärksten, aber weniger zahlreich auf dem neunten und fehlen völlig vom zehnten an.

Fig. 13.

Fig. 14.

Abdominalende der Larve von Hylecoetus dermestoides L.

Fig. 13 von der Seite und Fig. 14 von oben gesehen. Vergrösserung etwa 50fach.

Es ist diese Abnahme, meiner Ansicht nach, eine Folge der immer stärkeren Ausbildung des Endapparates auf dem zwölften Segment. Dieser (siehe Figur 13 und 14) nimmt an Länge zu, ungefähr in demselben Verhältnis wie die ganze Larve, wird aber dabei immer schmäler. Die Höcker an dem Rande der

Scheibe bilden nur an dem vorderen Ende einen Kreisbogen, stehen dann in grossen Abständen von einander entfernt und nehmen erst wieder gegen das hintere Ende allmählich an Grösse zu, wobei die beiden letzten zu langen, starken, nach oben gerichteten Zapfen auswachsen, so dass der ganze Apparat ungefähr wie eine umgedrehte Sperrgabel aussieht, denn aus der ursprünglichen, nach abwärts gerichteten Scheibe ist durch allmähliche Streckung und einseitiges Wachstum ein schief nach oben gerichteter Stab mit zwei Zinken am Ende geworden. Die beiden, nach innen gerückten Zapfen stehen schliesslich im vorderen Sechstel oder Siebentel des ganzen Apparates, während sie bei der Jugendform ungefähr in der Mitte der Scheibe standen. Es hat sich also bloss die untere Hälfte so stark in die Länge gestreckt. Die Bauchwülste der älteren Stadien sind mit einzelnen langen, dünnen Haaren und mit feinen Dornen besetzt.

Da ich keine Lymexyloniden-Larven lebend besessen habe und auch keinerlei Beobachtungen über die Lebensweise bekannt geworden sind, kann ich über die Art der Bewegung keine Angaben machen, und nur aus der Organisation Rückschlüsse vermutungsweise ziehen.

Es findet jedenfalls im Laufe der Entwicklung der Larve ein Wechsel in der Art der Bewegung statt. Leicht ist es noch, eine einfache Erklärung für die Ausrüstung des jüngsten Stadiums zu finden: Das stark aufgetriebene erste Thorakalsegment scheint mir geeignet, mit seinen Leisten und Höckern an die Wand des Ganges angepresst, der Larve vorne Halt zu bieten, so dass sie die folgenden Segmente nachziehen kann. Diese sogenannte Kapuze des ersten Segmentes ist jedenfalls der hauptsächlichste Teil der Rücken- und Seitenoberfläche der ganzen Larve, mit dem sie die Wände des Ganges, in dem sie lebt, direkt berührt. Von den Organen der Bauchseite werden vorne die drei Beinpaare und hinten die stark aufgetriebenen seitlichen Bauchwülste mit ihren Höckerkränzen, etwa wie ein paar Nachschieber bei einer Spannerraupe wirkend, ebenfalls den Boden berühren. Der ganze übrige Teil der Larvenoberfläche wird vermutlich, da der Gang doch den Durchmesser des ersten Thorakalsegmentes haben muss, nur von dem lockern Bohrmehl umgeben sein. Nun scheint mir die Ausbildung des letzten Segmentes mit seiner Abplattung: eine Scheibe, an dem Rande besetzt mit Höckern, die man fast einem Wall mit Zinnen vergleichen könnte, zugleich mit den zwei sehr starken Zapfen sehr zweckmässig,

um, in diese Bohrmehlmasse eingepresst, der Larve hinten einen unverrückbaren Halt zu geben, dass vorne die Mandibeln in das feste Holz eingeschlagen und der grosse Thorakalwulst allmählich vorgeschoben werden kann, in dem Masse, wie der Gang durch das Nagen weitergebohrt wird. Die Höckerkränze auf den Rückenwülsten der vorhergehenden sieben Segmente werden das letzte in seiner Thätigkeit, entsprechend der Stärke ihrer Ausbildung, unterstützen. Ihre Grösse nimmt von hinten nach vorne ab. Das lässt sich wohl so erklären, dass ihre Wirkung, je näher das Segment dem gross gewulsteten Ersten liegt, immer geringer wird.

Hat sich auf diese Weise des langsamen Vorschiebens die Larve wieder allmählich gestreckt, so kann durch Anpressen des ersten Thorakalsegmentes abermals vorne der Fixpunkt genommen und der übrige Körper nachgezogen werden. Mit dem wiederholten Einpressen der letzten Segmente nach rückwärts in das Bohrmehl beginnt der geschilderte Vorgang von neuem

Wie sich die Ausrüstung des letzten Segmentes allmählich aus einer Scheibe in einen sperrgabelähnlichen Apparat entwickelt, habe ich oben gezeigt; ich möchte hier nur kurz angeben, wie ich mir die Wirkung dieses Apparates vorzustellen suche.

Die Arbeit des Brustteiles der Larve und ebenso der Höcker auf dem Rücken derselben wird ungefähr dieselbe sein wie bei dem Jugendstadium.

Der lange Fortsatz des letzten Segmentes ist schräg nach oben gerichtet; es wäre möglich, dass dadurch, dass seine beiden Endzapfen, die wir immer stärker sich ausbilden sahen, etwas in die Decke des Ganges gebohrt werden, während die krallenähnlichen Höcker auf den grossen Bauchwülsten des letzten Segmentes den Boden berühren und sich da gewissermassen verankern, der hintere Stützpunkt für das Vorwärtsarbeiten der Larve auf diese Weise in Form eines schrägen Balkens gebildet wird. Die Bedeutung des grossen Wulstes am ersten Thorakalsegment ist noch nicht ganz klar gestellt.

Die Larve von Lymexylon navale L.

Die Larve dieses Käfers ist in ihrer Organisation bedeutend verschieden von der vorigen, und in Bezug auf die Besetzung mit Borsten viel einfacher.

Der Rückenwulst des ersten Brustringes ist gleichfalls stark aufgetrieben und mit breiten und stumpfen Höckern besetzt, die oben nur den Vorderrand einnehmen, unten an den Seiten aber bis zum Hinterrand reichen. Die nach vorne gerichtete Vorderseite der Kapuze ist gleichfalls mit Fortsätzen ausgestattet, die aus kleinen Platten bestehen, an deren Rand feine Dörnchen sitzen.

Die beiden folgenden Brustringe haben auf ihren Seiten einige ebenso grosse Höcker wie die Kapuze. Die Rückenflächen derselben sind vollkommen glatt. Auf der Oberfläche der sämtlichen folgenden acht Segmente bildet die obere Chitinlage ganz feine Querleisten, auf denen, nach hinten gerichtet, ganz feine kleine Dornen in unregelmässigen Abständen stehen. Diese sind auf der Bauchseite besser ausgebildet als auf der Rückenseite und nehmen in geringem Masse von den vorderen zu den hinteren Segmenten an Zahl zu.

Das letzte Segment ist auf dem Rücken blasenartig ausgestülpt, und diese Blase trägt vorne auf der höchsten Erhebung ihrer Rückenfläche eine geringe Anzahl von stumpfen Höckern.

Ebenso ist der Bauchwulst stark aufgetrieben und trägt auf seiner vorderen Kegelfläche ebenfalls stumpfe Höcker.

Ueber die Lebensweise und Bewegungsform des Lymexylon navale in seinen merkwürdigen Gängen ist man sich noch immer nicht klar. Wenn ich, aus der Organisation rückschliessend, eine Erklärung versuche, so würde diese dahin lauten, dass die Larve mit den Beinen und dem grossen Wulst des ersten Segmentes, das den Gang jedenfalls völlig ausfüllt, sich vorwärts bewegt, dann die anderen Segmente zusammenzieht und mit den Kuppen des Rücken- und Bauchwulstes vom letzten Segment wiederum, den Gang aber nur am Boden und an der Decke berührend, sich den Stützpunkt schafft für eine abermalige Ausstreckung des Körpers, oder für eine nagende Tätigkeit der Mandibeln.

Die zwischenliegenden zehn Segmente werden, ausgenommen vielleicht die Seitenwülste der beiden letzten Brustringe, wahrscheinlich überhaupt nicht in Berührung mit der Gangwandung kommen, und auf ihnen sind daher, wenn diese Folgerung erlaubt ist, irgend welche Fortsätze nicht entstanden.

In der Literatur sind Larvenbeschreibungen, die wenigstens etwas genauer sind, nur in Ratzeburgs Forstinsekten und in Nitsches Forstinsektenkunde vorhanden.

Ratzeburg schreibt über dermestoides sehr gut und richtig:

„Larve ist der des L. navale ähnlich, aber ausgezeichnet durch das in einem nach oben gerichteten, mit zweispaltiger Hornspitze versehenen Schwanz auslaufende letzte Glied und den nach unten gerichteten kürzeren aber breiteren Afterfortsatz. Der erste Ring ist durch viele braune Dörnchen schärflich, und solche, zum Teil in gebrochene Querreihen gestellte finden sich auch vom fünften oder sechsten Ring an oben. Noch stärkere, sogar etwas gekrümmte, auch auf dem Schwanze."

Weniger genau in Bezug auf die Besetzung mit Dornen war er bei navale:

„Die Blase des letzten Ringes oben durch kurze Dornen schärflich."

Seine Abbildungen der beiden Larven heben, infolge seiner Art, den Schatten darzustellen, die Besetzung mit den Dornen nicht genügend hervor, sind aber im allgemeinen richtig.

Nitsche gibt in seiner Beschreibung von L. dermestoides bloss die Rückenplatte als gekörnt an, deutet aber in seiner Originalzeichnung auf den letzten vier Segmenten die Höckerreihen an; die Besetzung der Rückenplatte stellt er ungenau dar.

Bei L. navale sagt er überhaupt nichts von Dornen, wiederholt die Abbildung von Ratzeburg und lässt die Kapuze des ersten Brustringes nackt.

Larven der Borkenkäfer.
(Ipidae, Scolytidae auct., Bostrychidae auct.)

Die Literatur über die Larven der Borkenkäfer bietet nichts, was darauf hindeutete, dass die im Nachstehenden geschilderten Beobachtungen schon von anderer Seite gemacht worden seien.

Die Beschreibungen ebenso wie die Abbildungen geben die Form der Mundteile, auch der Wülste mehr oder weniger genau wieder, besonders sind die Ratzeburg'schen Zeichnungen recht sorgfältig.

Auch Eichhoff bringt in seiner Monographie über die Borkenkäfer fast nichts über die Larven, und Nitsche fasst die bisherigen Kenntnisse über die Borkenkäferlarven in folgenden Worten zusammen:

„Die weissen, fusslosen, bauchwärts eingekrümmten, weichen, nur am deutlich abgesetzten Kopfe stärker chitini-

sierten Larven sind denen der Rüsselkäfer so ähnlich, dass es sehr schwer hält, eine nicht mehr an ihrer natürlichen Wohnstätte befindliche Larve von einer ähnlich grossen Rüsselkäferlarve zu unterscheiden."

Dies sind die Beschreibungen in solchen Werken, die sich am eingehendsten mit der Familie der Borkenkäfer in Bezug auf Lebensweise und Entwicklungsstufen beschäftigen.

Ich war durch meine Untersuchungsmethode in der glücklichen Lage, feststellen zu können, dass in Bezug auf die Besetzung mit feinen Dornen die Larven verschiedener Gattungen und Arten zum Teil stark von einander verschieden sind.

Leider verfügte ich, da ich in den sechs Jahren, in denen ich für diese Arbeit Material sammelte, infolge starker Inanspruchnahme mit andern Aufgaben zu dieser Tätigkeit nur ganz nebenbei und nur in der nächsten Umgebung Münchens Gelegenheit hatte, über nicht mehr als 24 Arten aus zwölf Gattungen, von denen ich vier Arten der Güte der Herren Forstamtassistenten Fuchs und Scheidter verdanke. Ausserdem habe ich noch zahlreiches Kontrollmaterial der Larvensammlung von Herrn Prof. Pauly entnommen.

Die Resultate meiner Untersuchungen lassen sich kurz dahin zusammenfassen, dass Artunterschiede fast stets gegeben sind und Gattungsunterschiede vorhanden zu sein scheinen, dass aber in viel höherem Grade, meiner Ansicht nach, die Lebensweise (d. h. das Vorkommen in verschiedenen Holzarten und hierbei wieder in verschiedenem Material, frisch oder alt, und die Art des Larvenfrasses, ob mehr in der Rinde oder mehr in Holz) einen stärkeren Einfluss auf die Organisation ausgeübt hat als die Verwandtschaft. So sind sich z. B. sehr ähnlich, trotz ihrer Zugehörigkeit zu verschiedenen Unterfamilien, die Larve von Hylastes palliatus Gyll. und Dryocoetes autographus Ratz., die beide in gleicher Weise alte Nadelhölzer, und zwar am liebsten altes, anbrüchiges, feuchtes Material befallen, und deren Larven ganz unregelmässige, durcheinander gehende Gänge, die schliesslich alles in Mulm verwandeln, fressen, während sogar die Larven der beiden Kiefernmarkkäfer, Myelophilus piniperda L. und minor Hartig, starke Verschiedenheit in der Organisation zeigen, obwohl die Imagines nur durch eine ganz geringe Abweichung unterscheidbar und wohl sicher ganz nahe verwandt sind. Als Grund dafür glaube ich die Verschiedenheit des Larvenfrasses annehmen zu dürfen. Die Larve von Myelophil. piniperda frisst

lange, bis 14 cm sich erstreckende Gänge hauptsächlich in der Rinde, während die von Myelophil. minor solche nur ganz kurz, oft weniger als 1 cm lang, und, infolge hauptsächlichen Vorkommens in dünnrindigem Material, grösstenteils im Holze macht. Aus diesen Gründen wage ich es auch noch nicht, die von mir als einigen Angehörigen von Gattungen gemeinsam erkannten Merkmale als Gattungsdiagnosen aufzustellen, da ich immer nur eine Minderheit von Arten einer Gattung zu untersuchen Gelegenheit hatte.

Völlige Klarheit über die Frage, wie weit die Ausrüstung der Larven von der verschiedenen Beschaffenheit des Materials beeinflusst wird, wird sich jedoch erst gewinnen lassen, wenn womöglich die Larven sämtlicher Arten auf ihre Organisation hin untersucht worden sind. Es ist meine Absicht, die Untersuchungen hierüber fortzusetzen.

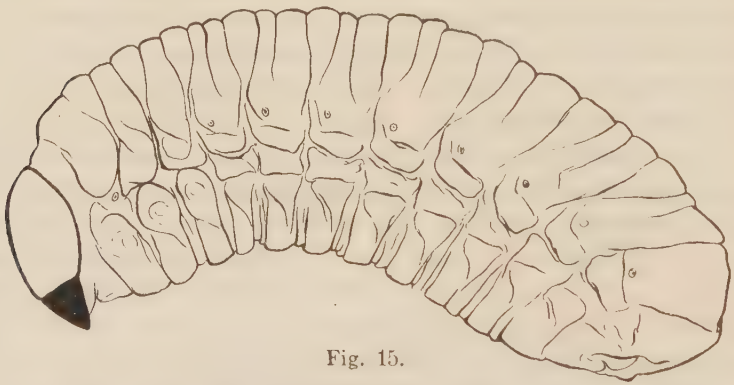

Fig. 15.

Haut der Larve von Dendroctonus micans Kug., des grossen Fichtenbastkäfers, von der Seite gesehen. Vergrösserung etwa 13fach.

In der beabsichtigten Monographie der Borkenkäferlarven werde ich auch weitere genaue Zeichnungen der Dornengruppierung bei den einzelnen Larvenarten bringen; die im folgenden gegebenen sind mit der grösstmöglichen Genauigkeit von Herrn Kunstmaler Lorenz Müller-Mainz mit Hilfe des Abbé'schen Zeichenapparates angelegt. Da sie natürlich nur ganz kleine Ausschnitte aus der ganzen Larvenhaut bringen, so mag manchmal vielleicht das Charakteristische nicht so deutlich hervortreten, als es im Präparat beim Ueberblicken grösserer Strecken in die Augen fällt. Ich habe aber eine möglichst exakte Wiedergabe von Einzelstellen einer Schematisierung vorgezogen. Die Vergrösse-

rung ist bei der Mehrzahl dieser Bilder dieselbe und es ist von diesem Prinzip nur da abgewichen, wo es durch technische Rücksichten auf die Wiedergabe (Feinheit der Zeichnung oder Umfang des Bildes) unbedingt notwendig wurde.

Ueber die Beobachtungen der Bewegungsweise der lebenden Larven werde ich bei der Larve von Dendroctonus micans, die ich am besten beobachten konnte, handeln. Vorstehend sei, zur besseren Erläuterung für alle folgenden Beschreibungen, die Zeichnung einer Borkenkäferlarve (von D. micans) aus der Gruppe der Hylesiniden gegeben. (Siehe Figur 15.)

Die Larve des Birkensplintkäfers, Eccoptogaster*) Ratzeburgi Janson (destructor Ratz.).

Beschreibungen, die speziell diese Larve behandeln, finden sich bei Westwood (Bd. I, S. 353):

„Die Larven von Scol. destructor sind dicke, fleischige, gekrümmte, fusslose Larven von weisslicher Farbe, der Rücken viel gefaltet, mit einem beschuppten Kopf und starken hornigen Kiefern versehen."

Darauf folgt weiter Beschreibung der übrigen Mundteile. Ferner bei C. Schreiber in den Entomol. Nachrichten 1887, S. 220:

„Es sind fusslose Larven von 5—8 mm Länge und gelblich-weisser Färbung. Der Kopf ist hornig, spiegelglänzend, gelb und geht nach vorn ins Bräunliche über; das Kopfschild sowie die Kiefer sind dunkelbraun. Auf dem Vorderbrustringe befinden sich, wahrscheinlich infolge des Bohrens, sechs Hornlagen, das äusserste Paar ist klein und rundlich, das halb oben befindliche länglich, das obere Paar mehr dreieckig mit nach dem Kopf gelagerter Basis und gerundeten Ecken. Die Mittel- und Hinterbrust sind verhältnismässig kurz und dreigefaltet. Der Hinterleib fällt zu zwei Drittel Stärke ab und wird von sieben Ringen gebildet; die ersten drei haben je eine durchgehende, eine im untern, eine im obern Drittel der Seite beginnende Falte, die letzten vier Ringe weisen nur je zwei durchgehende Falten auf, die zweite des letzten Hinterleibsringes schliesst stark gerundet den Körper ab. Die

*) Anm. Nach Ganglbauer, Systematisch-koleopterologische Studien in der „Münchener koleopterologischen Zeitschrift", herausgegeben von Dr.Dr. K. und J. Daniel, I. Bd. (1903) S. 311 hat der Gattungsname Eccoptogaster Herbst an Stelle von Scolytus Müller zu treten.

Tracheenöffnungen befinden sich dicht über den Bauchwülsten."

Dies sind die genauesten Beschreibungen, welche ich finden konnte. Meine Untersuchungen ergaben das nachstehend geschilderte:

Die Larve von Ecc. Ratzeburgi, Jans. hat die im folgenden angegebene Ausrüstung mit Dornen: Zwischen dem Kopf und dem ersten Rückenwulst, der bei den Larven der meisten Eccoptogaster-Arten stark aufgetrieben ist, erstreckt sich ein grosses Stück ganz feiner Chitinhaut, auf dem die Dornen in besonders bemerkenswerten Formen auftreten.

Ich will sie hier genauer beschreiben, da ich sie bei keiner anderen Larve so gut untersuchen konnte, und ich damit ein Beispiel der Ausbildung der von mir in dieser Arbeit behandelten Dornen gefunden zu haben glaube, das eine Erklärung für die Entstehungsweise der Formen und besonders der Anordnung dieser Dornen liefern könnte.

An jener Stelle dicht hinter dem Kopf, zum Teil unter dem Schutze desselben ist durch die Lage schon jede besondere Wirkungsweise ausgeschlossen, und soweit wir doch ein Mass von Inanspruchnahme annehmen müssen, ist dieses wohl sicher das äusserste Minimum. Umgekehrt mussten aber hier die Bildungen des Chitins nicht absolut verschwinden, wie in den Falten der Wülste und Segmente, weil hier ihre Existenz keine Störung des Gesamtorganismus zur Folge hat, wie dies in den Falten bei den Kontraktionen sein würde. Da ferner die Bildungen hier äusserst klein, (0,0026—0,0050 mm), nur mit sehr starker Vergrösserung überhaupt deutlich wahrnehmbar und von sehr einfacher Form sind, und da sich von der vordersten eine Formenreihe bis zu den auf dem Rückenwulst stehenden, am übrigen Körper auch vorkommenden Dornen verfolgen lässt, so glaube ich mit einiger Berechtigung die Hypothese aufstellen zu dürfen, dass wir hier die einfachsten Organe dieser Art vor uns haben, aus denen sich dann die anderen Formen jeweils den Ansprüchen, wie sie die Funktion an sie stellt, entsprechend ausbilden.

Diese Chitinbildungen sind ganz feine, lange, dünne Härchen (siehe Figur 16). An ihrer Insertionsstelle ist das Chitin ein klein wenig verdickt. Diese Härchen stehen ganz dicht, fast bis zur Berührung neben einander und bilden Reihen, die wellenförmig oder zickzackartig mit spitzeren oder stumpferen Winkeln verlaufen. Eine Reihe ist von der anderen ungefähr um

Fig. 16.
Undifferencierte Härchen am Halsteil der Larve von Eccoptogaster Ratzeburgi Jans. (Birkensplintkäfer.) Erste Stufe. Vergrösserung etwa 430fach. (Leitz Oc. 0. Oel Imm. $^1/_{12}$.) — Diese und die folgende Abbildung mussten der Wiedergabe halber bei stärkerer Vergrösserung gezeichnet werden als die meisten später folgenden.

die doppelte bis dreifache durchschnittliche Länge der Härchen entfernt. Die Härchen sind in derselben Reihe oft dicht neben einander verschieden lang; die Reihen sind auch nicht durchaus zusammenhängend, sondern zeigen bald da, bald dort eine kleine Lücke, so dass immer Gruppen von Härchen in verschiedener Anzahl beisammenstehen. Die Richtung der Härchen ist im allgemeinen nach hinten, doch stehen infolge der Krümmungen und Windungen viele Härchen auch rücken- oder bauchwärts, niemals aber nach vorne. In ihrem weiteren Verlauf analwärts verändern sich diese Bildungen in folgender Weise (siehe Figur 16 bis 21):

Die zickzackartigen Linien treten regelmässiger auf, die Lücken in den Reihen finden sich immer in den nach vorne (kopfwärts) gerichteten Winkeln, so dass das Ganze wie eine Reihe von kleinen Dreiecken aussieht, deren Basis fehlt, deren beide Schenkel und die Spitze durch feine, parallel nach hinten stehende Härchen gebildet sind. Zwischen zwei solchen Dreiecken, die aber in ihrer Form sehr wechseln, bald spitz-, bald stumpfwinklig sind, längere oder kürzere, oder auch vielfach ungleiche Schenkel haben, befindet sich ein Zwischenraum ungefähr in Länge der Hälfte der Basis (siehe Fig. 17).

Die Härchen an der Spitze sind häufig, aber nicht immer, die längsten, die an der Basis der Schenkel manchmal die kürzesten.

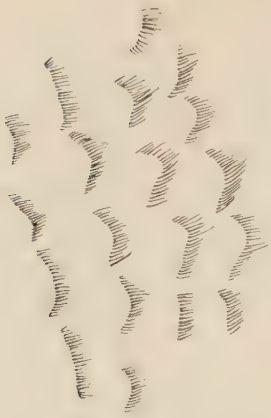

Fig. 17.

Undifferencierte Härchen am Halsteile der Larve von Ecc. Ratzeburgi. Zweite Stufe. Vergrösserung etwa 430fach. (Leitz Oc. O. Oel Imm. $^1/_{12}$.)

Die Anordnung der Dreiecke in den Reihen hintereinander ist meist von einer gewissen Regelmässigkeit, so dass die Spitze des Dreiecks der weiter vorn gelegenen Reihe ungefähr auf die Lücke zwischen den beiden Dreiecken der folgenden Reihe trifft. Alle diese Punkte erleiden eine Menge von Ausnahmen, doch glaube ich sie aus dem auf den ersten Blick scheinbar regellosen Durcheinander richtig erkannt zu haben.

Fig. 18.

Härchen vom Halsteil der Larve von Ecc. Ratzeburgi. Dritte Stufe. Vergrösserung etwa 260fach. (Leitz Oc. O. Obj 7.)

An manchen Stellen der Partie zwischen Kopf und Rückenwulst ist die Anordnung in Dreiecken nicht so deutlich, sie wird

immer stumpfwinkliger, und die Gruppen von Härchen stehen wie kleine Kreisbogenabschnitte angeordnet. Aber aus den zahllosen Variationen lässt sich doch ungefähr das Folgende als das Gemeinsame erkennen:

Die nächste Stufe ist, dass die Härchen an der Spitze des Dreiecks, die ja sehr eng stehen, an ihrer Basis mit einander verschmelzen und zu zweien oder dreien ein mehrspitziges Dörnchen bilden. Dabei nehmen die an den Seiten befindlichen Härchen an Grösse ab, die kleinsten verschwinden schliesslich. (Siehe Fig. 18 und 19.)

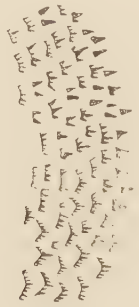

Fig. 19.

Härchen vom Halsteil der Larve von Ecc. Ratzeburgi. Dieses Bild zeigt ein Stadium der Ausbildung, welches ungefähr zwischen der dritten und vierten Stufe steht. Vergrösserung etwa 260 fach.

Zugleich erstreckt sich die schwache Verdickung an der Basis der Härchen in Form einer ganz dünnen Auflage weiter nach vorne, also der Richtung der Härchen entgegengesetzt. An manchen Stellen, wo die Härchen mehr in flachen Kreisbogenabschnitten angeordnet sind, sieht man an den vordersten Gruppen, bei denen diese Erscheinung auftritt, noch deutlich, wie sich diese Verdickung in Streifen, die von jedem einzelnen Härchen ausgehen, anlegt und wie diese einzelnen Streifen dann in der weiter rückwärts gelegenen Region zusammengewachsen sind, so dass schliesslich die ganze Gruppe am hinteren Rande eines kleinen Feldes verdeckter Chitinhaut sitzt. Diese Uebergänge sind an manchen Stellen sehr allmählich, an manchen schroff und an manchen stehen Dreiecksgruppen und solche in Kreisbogenform noch zwischen den weiter vorgeschrittenen Formen, die nur mehr aus ein paar zusammengewachsenen Härchen bestehen. Bei der Umwandlung von einzelnen Härchen zu breiten Dornen und dem allmählichen Verschwinden der kleineren

Härchen findet sich da, wo sich dieser Prozess am besten beobachten lässt, bei Anordnung der Härchen in flachen Kreisbögen eine unendliche Mannigfaltigkeit der Variationen, da hier keine so geradezu im Voraus bestimmte Stelle, wie die Spitze des Dreiecks sie bildet, gegeben ist. (Siehe auch Fig. 19.)

In dieser Zone beginnen auch alleinstehende Dornen mit ganz breiter Basis aufzutreten (siehe Fig. 20); dazwischen werden die Gruppen, die nur noch aus zwei oder drei Dörnchen, höchstens noch mit Rudimenten von Härchen bestehen, immer häufiger, und in der folgenden Region, das ist schon am Rande der Kuppe des Wulstes, sind die alleinstehenden einspitzigen Dornen mit breiter Basis allein herrschend. Von den beiden Seiten der Basis verlaufen schief, der Richtung des Dornes entgegengesetzt, im stumpfen Winkel zwei schwach gezackte Leisten, deren Zacken jedenfalls nur die Reste der übrigen Härchen andeuten.

Fig. 20.

Dörnchen am Halsteil der Larve von Ecc. Ratzeburgi. Vierte Stufe. Vergrösserung etwa 260fach.

Die Dornen stehen auch hier im grossen und ganzen so, dass die zweier Reihen mit einander abwechseln.

Es möge hier gleich eine allgemeine Bemerkung Platz finden.

Wenn die Reihen sehr eng stehen und die Dornen sehr lang sind, so dass sie in die nächste Reihe übergreifen, so ist die ehemals reihenweise Anordnung nicht mehr erkennbar, die Seitenleisten hängen auch mit den Nachbarn nicht mehr zusammen. Dies ist besonders an Stellen der Fall, wo man eine starke Beanspruchung annehmen muss, wie sie z. B. auf dem ersten stark aufgetriebenen Thorakalsegment sicher gegeben ist (siehe Figur

21), während mit grosser Regelmässigkeit bei den Larven sehr vieler Arten die Anordnung der Dornen in Reihen vorne und hinten sich an den Abhängen der Wülste findet, wo wir sicher eine geringere Funktion annehmen müssen. Ich glaube deshalb das zerstreute Stehen der Dornen für eine höhere Stufe der Ausbildung, die Anordnung in Reihen für die ursprüngliche Form halten zu dürfen.

Noch einmal zusammenfassend möchte ich die Entwicklung dieser Dornen folgendermassen darstellen:

Unterste Stufe: Gruppen von einzeln eng aneinander stehenden Härchen, die in einer verschiedentlich gebogenen Reihe stehen. Die Gruppen sind durch Zwischenräume wechselnder Grösse von einander getrennt und bilden auf diese Weise selbst wieder Reihen von sehr unregelmässiger Richtung, manchmal wellenähnlich oder zickzackartig. (Siehe Fig. 16.)

Zweite Stufe: Die Reihen werden dann etwas regelmässiger zu Querreihen, die Gruppen von Härchen nehmen bald deutliche Dreiecksform an, indem die Krümmung schärfer wird, bald flachen sich diese zu Kreisbogenabschnitten ab. (Siehe Fig. 17.)

Dritte Stufe: Die Härchen an der Spitze des Dreiecks stehen am engsten, sie verschmelzen an der Basis mit einander; derselbe Prozess findet auch bei den im Kreisbogen stehenden statt, ohne dass an dem flachen Bogen gerade eine Stelle besonders bevorzugt wäre; an den Seiten kommt diese Erscheinung nicht vor. (Siehe Fig. 18.)

Vierte Stufe: Die zusammengewachsenen Härchen bilden zwei- oder mehrspitzige Dörnchen (siehe Fig. 20) und vereinigen sich schliesslich:

Fünfte Stufe: in einem spitzigen Dorn mit breiter Basis; die andern Härchen werden bis auf kleine Reste rudimentär. (Siehe Figur 21.)

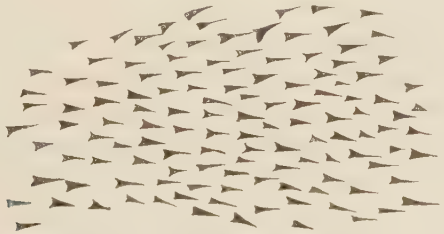

Fig. 21.

Dornen auf dem Rückenwulst des ersten Thorakalringes der Larve von Ecc. Ratzeburgi. Fünfte Stufe. Vergrösserung etwa 260fach.

Von der Basis der Haare aus hat sich zu gleicher Zeit durch Anlagerung von Streifen, die allmählich zusammenwachsen, eine kleine Platte gebildet, an deren hinterem Rand die einzelnen Härchen und mit fortschreitender Entwicklung der Dorn, und zu dessen beiden Seiten die Rudimente der Nebenhärchen sitzen.

Um Missverständnissen vorzubeugen, möchte ich hier bemerken, dass ich an keiner Stelle diesen allmählichen Uebergang in einer geraden Linie finden konnte, sondern diese Anschauung ist als das Resultat der Beobachtung aller der vielfachen Variationen aufzufassen, die hier vorkommen; ich muss dabei hinzufügen, dass es sehr schwer ist, diese Hautpartie im Präparat günstig zu erhalten. Die Haut ist hier ganz ausserordentlich fein, und zerreisst bei der Abtrennung der Kopfkapsel meistens, auch wenn die grösste Vorsicht angewendet wird; hat man sie auch ziemlich unverletzt erhalten, so ist es wegen der Wölbung des nachfolgenden Wulstes schwer, sie einigermassen glatt auszustrecken, und kleine Fältchen sind überhaupt nicht zu vermeiden; dadurch ist die Beobachtung natürlich sehr erschwert.

Auf dem Rückenwulst des ersten Segmentes finden sich auf jeder Seite drei verdickte Chitinplatten, die völlig frei sind von Dornen. Auf dem Bauchwulst findet sich eine grössere zapfenförmige Ausbuchtung, die ebenfalls nackt ist und als Beinstummel aufgefasst werden könnte, daneben etwas aufwärts wieder eine solche Platte.

Diese Platten scheinen mir auf folgende Weise zu entstehen, wenn ich die Beobachtungen der Erscheinung an ihren Rändern zusammenfasse. Die kleine Basalplatte an der Basis eines Dornes vergrössert sich, indem sie breiter und zugleich dicker wird, dagegen nimmt der Dorn an Grösse ab. Am Rand der Platte selbst kann man noch in vielen Fällen ganz deutlich die einzelnen Basalplatten in derselben Form, wie die dorntragenden erkennen, nur fehlt der Dorn gänzlich. Weiter vom Rand ab verwischt sich diese Aehnlichkeit, und die Plättchen nehmen die Form unregelmässig begrenzter Platten an, verschmelzen mit einander, oder bleiben durch leichte Furchen getrennt.

Diese grossen Chitinplatten, die also eine starke Verdickung der äusseren Chitinlage durch Wachstum der kleinen Basalplättchen darstellen, finden sich hauptsächlich auf dem Rückenwulst des ersten Segmentes, schwächer auf den Seitenwülsten des zweiten und dritten, sonst aber an keiner Stelle des übrigen Körpers. Aehnliche Bildungen kommen bei vielen anderen Larven vor.

Als Grund für das Wegfallen der Dornen könnte man annehmen, dass diese Stellen, die sich nur an den am stärksten aufgetriebenen Segmenten und auf deren Wulst wiederum nur auf der Kuppe finden, ganz dicht an die Wände des Ganges gepresst werden.

Werden derartige Platten auch zur Fortbewegung gebraucht, dann sehen wir auf ihnen Höcker sich ausbilden, wie dies z. B. bei den Buprestiden der Fall ist.

Die Oberfläche zwischen den Platten ist dicht mit zerstreut stehenden Dornen besetzt. (Figur 21.)

Die beiden folgenden Segmente haben auf den Rückenwülsten keine Platte, wohl aber auf jedem Seitenwulst eine, und auf dem Bauchwulst an den beiden Seiten je einen Beinstummel, der an seinem Ende ebenfalls ohne Dornen, wohl aber mit Platten besetzt ist.

In der Mitte des ersten Segmentes des Bauchwulstes findet sich bei diesen und anderen Borkenkäferlarven eine grössere kahle Stelle, die in geringer Grösse in den Falten der folgenden Segmente wiederkehrt; es scheint keine Verdickung der äusseren, sondern solche der inneren Chitinlage zu sein; sie weist ganz merkwürdige, oft dendritenähnliche Zeichnungen auf, aber die Färbung dieser Stelle gelingt nicht immer; ich halte sie für Leisten zum Ansatz der Muskeln.

Die folgenden Segmente sind bei dieser Larve am vollständigsten, gleichmässigsten und dichtesten von allen Borkenkäferlarven mit Dornen bedeckt, über deren Anordnung, um die dieser Arbeit gesteckten Grenzen nicht allzusehr zu überschreiten, nur das folgende gesagt werden soll:

Der in den Falten zwischen zwei Rückenwülsten frei bleibende Raum ist sehr schmal; von da beginnen die Dornen zunächst ganz klein, meist in Reihen geordnet, häufig in diesen mit einander durch die Basalleistchen in Gruppen zusammenhängend.

Mit dem weiteren Aufsteigen nach der Kuppe des Wulstes werden die Dornen immer grösser, selbständiger, und schliesslich geht die Anordnung in Reihen in die zerstreute über (siehe Figur 22). Auf der Hinterseite des Wulstes nimmt die Besetzung in derselben Weise wieder allmählich ab.

Die Dornen sind sämtlich nach hinten gerichtet, nur auf dem Seitenteil des mittleren Rückenwulstes der meisten Segmente, der ebenso wie der Seitenwulst für sich ausgebuchtet ist, stehen die zerstreut angeordneten Dornen in verschiedenen schiefen

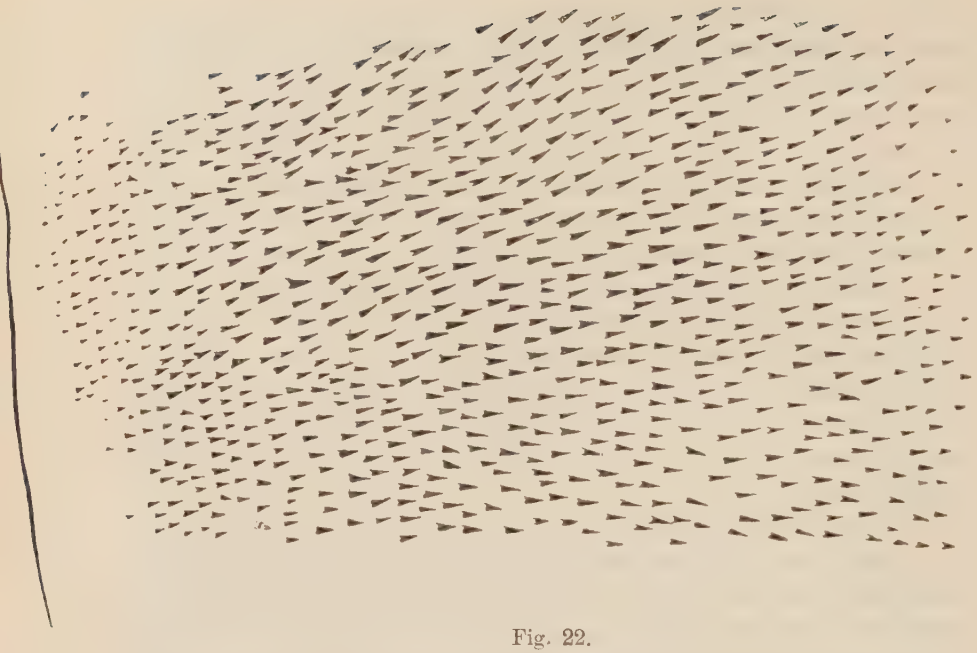

Fig. 22.

Anordnung der Dornen am ersten Rückenwulst des dritten Abdominalsegmentes der Larve von Eccoptogaster Ratzeburgi Jans. Vergrösserung etwa 260fach. Die schwarzen Striche an den Seiten zeigen bei dieser und den folgenden Abbildungen die vordere und hintere Grenze des Wulstes an.

Richtungen, die manchmal allmählich in einander übergehen, manchmal auch schroff wechseln; aber es lassen sich durch Zusammenfassen der Dornen mit gleicher Richtung gewisse Richtungslinien konstruieren, die meist einen spiraligen Verlauf haben. Leider fehlen mir mathematische Anlagen und Ausbildung insoweit, als dass ich anzugeben vermöchte, wie weit diese Linien mit konstruierten Linien gleicher Funktion auf derartig gerundeten Flächen übereinstimmen würden. Auf der Bauchseite sind die Dornen auf allen mit Ausnahme der zwei letzten Segmente kleiner und recht deutlich in Reihen angeordnet, der frei bleibende Raum in den Falten ist noch schmäler als auf den Rückenwülsten und verschwindet manchmal fast ganz. Nur das vorletzte und, etwas mehr noch das letzte Segment haben wieder etwas stärkere Dornen in zerstreuter Anordnung.

In der rückwärtigen Partie der Larve finden sich sowohl am Bauch wie am Rücken einzelne lange dünne Haare, die an ihrer Basis eine runde Scheibe haben, die frei von Dornen bleibt; eben-

so ist im Umkreis des Stigmas eine kleine Fläche frei. Es ist anzunehmen, dass diese Stellen als nächste Umgebung der Organe mit anderen Funktionen keinen Anteil an der Fortbewegung haben. An den Seitenflächen, besonders in der Nähe der Stigmen, finden sich noch weiter sehr unregelmässige Felder, die frei von Dornen sind. Soweit dies an der im Präparat plattgestreckten Haut zu erkennen ist, scheinen mir dies die Falten zwischen den Rücken-, Seiten- und Bauchwülsten zu sein, auf denen sich ebenso wenig wie auf den Falten zwischen den Rückenwülsten Dornen gebildet haben.

Für die allgemeine Betrachtung ist bei dieser Larve wieder zu konstatieren: Freibleiben des innersten Raumes in den Falten zwischen den Wülsten von Dornen, wo diese störend wirken würden. An den Stellen schwacher Funktion, so auf den meisten Bauchwülsten und auf den Abhängen der Rückenwülste Dornen geringer Grösse in Reihen geordnet; an der Stelle stärkerer Inanspruchnahme grössere Dornen in zerstreuter Stellung, die wahrscheinlich auf der gewölbten Fläche die stärkste Ausnützung ermöglicht.

Larven anderer Eccoptogaster-Arten.

Von den übrigen Eccoptogaster-Arten habe ich noch vier untersucht, die in der allgemeinen Ausrüstung mit der des Birkensplintkäfers übereinstimmen, aber doch im speziellen und zwar besonders mit Rücksicht auf die Besetzung mit Dornen folgende Unterschiede aufweisen:

Die Larve des grossen Ulmensplintkäfers Eccoptogaster scolytus F. hat im allgemeinen grössere Dornen, die aber weiter auseinander stehen und deshalb viel weniger zahlreich sind. Auf den Rückenwülsten ist nur die Kuppe mit solchen grossen Dornen besetzt, die daselbst durchaus zerstreut stehen, an den Abhängen fehlen hier völlig die Dornen in Reihen und die unbesetzte Fläche erscheint deshalb verhältnismässig sehr breit. Nur an den Seitenteilen des mittleren Rückenwulstes an jedem Segment, an den Seitenwülsten und an den Bauchwülsten finden sich auf den Abhängen bis fast in die Mitte der Falten hinein reihenweise angeordnete Dornen, die allmählich immer kleiner werden bis zum völligen Verschwinden. Die mittlere Zone jedes Wulstes, auch der Bauchwülste, ist mit den grossen, starken Dornen besetzt, und zwischen dieser Zone und den in Reihen stehenden Dörnchen findet ein sehr schroffer Uebergang statt. Auf den Bauchwülsten des letzten Segmentes ist die Besetzung

mit Dornen fast die gleiche wie auf den Rückenwülsten desselben Segmentes. Bei dieser Larve ist die Basalplatte der Dornen immer stark entwickelt, und auf dem vorletzten Rückenwulst findet sich in der Mitte ein schmaler Streifen, auf dem nur mehr diese Basalplatten stehen, ohne mit Dornen besetzt zu sein; auf diesen Streifen stehen einige lange, dünne Haare. Auf diese Weise ist die Larve des grossen Ulmensplintkäfers ziemlich leicht von der des Birkensplintkäfers zu unterscheiden. Fast noch grösser sind die Unterschiede, welche die Larve von Eccoptogaster laevis Chap. von den beiden vorbesprochenen trennen.

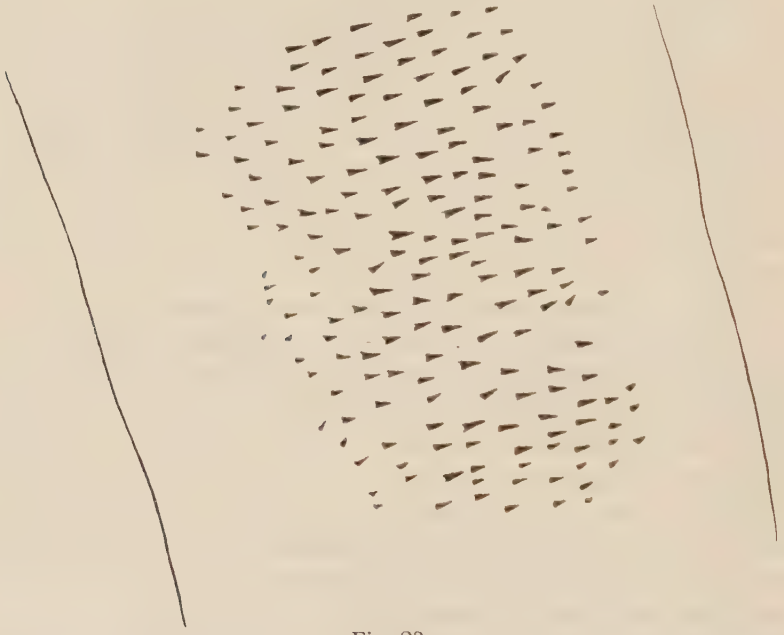

Fig. 23.

Anordnung der Dornen am ersten Rückenwulst des dritten Abdominalsegmentes der Larve von Eccoptogaster laevis Chap.
Vergrösserung etwa 260fach.

Die Chitinplatten des ersten Segments sind viel stärker entwickelt in Bezug auf Flächenausdehnung als bei Ecc. scolytus F. Es fehlt sogar der ganz schmale Streif mit Dornen, der bei Ecc. Ratzeburgi die beiden obersten Platten noch voneinander trennt. Die Platten gehen am Rückenwulst alle drei ineinander über, so dass nur am hintern Rande eine schmale Zone mit Dornen besetzt übrig bleibt. Die Dornen auf den Rückenwülsten (siehe Figur 23) haben ungefähr dieselbe Stärke und Dichtigkeit in

der Besetzung wie bei Ecc. scolytus, aber sie sind länger und stehen, was besonders deutlich auf den Rückenwülsten der drei Brustringe zu erkennen ist, mehr in Reihen geordnet. Die in den Falten ganz nackt bleibenden Räume sind ebenfalls breiter als bei Ecc. scolytus und ihre Ausdehnung nimmt nach dem hintern Ende der Larve immer mehr zu, so dass auf dem zweiten Rückenwulst des drittletzten und vorletzten Segments in der Mitte nur noch zwei Reihen Dornen stehen geblieben sind. Das Auftreten von ganz feinen Dörnchen in Reihen an den Abhängen der Seitenwülste ist ähnlich wie bei Ecc. scolytus, dagegen sind die Bauchwülste wieder stark unterschieden. Sie sind nur sehr spärlich mit Dornen besetzt, die in weiten Zwischenräumen stehen, an den Abhängen sind sie kleiner und eher in Reihen geordnet, aber von der engen Besetzung mit zahllosen Dörnchen bei Ecc. scolytus weit entfernt.

Die freie Stelle auf dem vorletzten Rückenwulst des letzten Segments ist viel breiter als bei Ecc. scolytus, ebenso ist als deutlicher Unterschied hervorzuheben, dass die Besetzung mit Dornen auf den beiden Bauchwülsten dieses Segmentes die gleiche bleibt, wie auf den Bauchwülsten der vorhergehenden Segmente, während sie bei Ecc. scolytus denen der Rückenwülste fast völlig gleicht.

Sehr ähnlich der Larve von Ecc. Ratzeburgi Jans. ist diejenige von Eccoptogaster pruni Ratz., des Obstbaumsplintkäfers, aber sie lässt sich dadurch von ihr unterscheiden, dass die Dornen auch auf der Kuppe der Rückenwülste etwas mehr in Reihen stehen und auf jedem Wulst eine viel schmälere Zone einnehmen, so dass ein viel grösserer Raum frei von Dornen bleibt. Die Bauchwülste sind ziemlich gleichmässig und etwas weitläufig mit kleinen Dornen, in deutlichen parallelen Reihen angeordnet, besetzt, wobei sowohl die Dornen in den Reihen als die Reihen untereinander gleiche Abstände ziemlich regelmässig einhalten. Dies gibt einen guten Unterschied gegen alle vorher behandelten Larven. Die Wülste des letzten Segments sind wieder ziemlich gleichmässig auf Rücken und Bauchseite mit Dornen in zerstreuter Stellung besetzt; auf dem vorletzten Rückenwulst ist auch wieder ein schmaler nackter Streif vorhanden, mit einigen langen dünnen Haaren besetzt.

Ebenfalls von allen anderen abweichend ist die Larve von Eccoptogaster intricatus Ratz., des Eichensplintkäfers.

Diese hat von allen hier betrachteten die kleinsten Dornen und solche fast auf der ganzen Oberfläche in deutlichen, aber niemals ganz geraden Reihen angeordnet.

Die in Form von Platten auf dem ersten Segment freibleibenden Flächen sind kleiner, als bei den vorigen. Die vier nächstfolgenden Wülste sind bis in die Mitte der Falten hinein mit Dörnchen besetzt, die in den Falten immer kleiner werden; vom letzten Brustring an aber ist die Besetzung mit Dornen auf einen mässig breiten Streifen in der Mitte des Wulstes beschränkt; der freibleibende Raum ist daher ziemlich gross. Umgekehrt bei den Bauchwülsten. Diese sind mit den ganz kleinen Dörnchen in deutlichen aber unregelmässigen Reihen bis tief in die Falten hinein besetzt, so dass nur ein ganz schmaler Raum frei bleibt. In den Falten der Seitenwülste stehen manchmal zwischen Reihen mit etwas grösseren Dornen solche mit ganz kleinen Dörnchen in Abwechslung. Auf den Bauchwülsten der letzten Segmente werden die Dornen allmählich etwas stärker, so dass sie auf dem letzten Wulst wieder ziemlich denen der Rückenseite gleich kommen.

Larven der Hylesiniden.

An die Larve der Eccoptogaster-Arten schliesse ich die beiden der Hylesinen, die in Esche vorkommen, weil diese ebenfalls Laubholzbewohner sind und weil die Larve von Hyl. crenatus in mancher Beziehung Aehnlichkeit mit denen der Scolytus-Arten aufweist, ähnlich wie dies ja auch bei den Käfern zu finden ist, z. B. das Aufsteigen der letzten Bauchringe.

Hylesinus crenatus Fabr. Grosser Eschenbastkäfer.

Die Larve von Hylesinus crenatus Fabr. unterscheidet sich von allen übrigen von mir untersuchten Borkenkäferlarven hauptsächlich dadurch, dass bei dieser Larve die grossen Dornen auf den Rückenwülsten und einigen Bauchwülsten in Gruppen zu dreien (seltener zu zweien oder zu vieren) stehen, wobei die Dornen einer Gruppe divergieren in der Art, dass der mittlere ziemlich gerade aus, die beiden seitlichen schräg nach auswärts gerichtet sind. Da mir diese Erscheinung sehr interessant zu sein und wieder einiges zur Aufklärung über die Entstehung dieser Dornen zu bieten scheint, will ich auf ihre Ausbildung etwas näher eingehen, indem ich wieder die in der Halsgegend der Larve auftretenden Formen von Härchen genauer

beschreibe. Da für diese Larve die bei Ecc. Ratzeburgi angegebenen Schwierigkeiten ebenfalls, vielleicht in erhöhtem Masse zutreffen, so gilt hier das an jener Stelle gesagte: Die folgende Darstellung ist eine Zusammenfassung der Resultate einer Mehrzahl von Beobachtungen an verschiedenen Stellen der Halsgegend bei mehreren Larven, wie sie jede einzelne gerade am günstigsten im Präparate darbot.

Fig. 24.
Undifferencierte Härchen am Halsteil der Larve von Hyiesinus crenatus Fabr.
Erste Stufe. Vergrösserung etwa 350fach.

Die vorderste, d. h. die dem Kopfe am nächsten gelegene Stelle, die untersucht werden konnte, zeigte parallele zusammenhängende Reihen von Haaren, die auf einer ganz feinen durchlaufenden Leiste, ohne wahrnehmbare besondere Verdickung an ihrer Basis, ganz dicht bei einander stehen (siehe Figur 24). Im Präparat sieht man durchaus regellose Lücken in der Besetzung auftreten. Diese sind zum Teil blos scheinbar, indem diese ganz feinen Härchen sich in verschiedenen Richtungen zusammengelegt haben, zum Teil tatsächlich vorhanden, aber möglicherweise nur dadurch verursacht, dass einzelne Härchen bei der Präparation abgebrochen sind. Dies konnte ich wenigstens in einigen Fällen feststellen, aber es liess sich nicht immer erkennen, da weder die Färbung noch die angewandte Vergrösserung ($^1/_{12}$ Immersion, Ocular 3. System Leitz. Wetzlar) dafür ausreichte. Die Härchen sind hier vorne ganz lang und dünn, und die Reihen stehen manchmal so dicht hintereinander, dass

die Spitzen der Härchen der einen Reihe über die Basis der Härchen der nächstfolgenden hinausreichen. Unterschiede in der Länge der Härchen sind vorhanden, aber ganz gering.

Fig. 25.

Undifferencierte Härchen am Halsteil der Larve von Hylesinus crenatus
Zweite Stufe. Vergrösserung etwa 260fach.

Weiter nach hinten lösen diese Reihen ihren durchlaufenden Zusammenhang auf und sie bleiben nur noch in Stücken von immerhin bedeutender Länge erhalten. Diese Stücke werden allmählich kürzer, die Härchen auf ihnen ebenfalls kürzer, aber breiter und kräftiger (siehe Figur 25). Die Reihen nehmen manchmal eine schwache Biegung, wie die eines Kreisbogenabschnittes mit langem Radius an, aber niemals habe ich eine Knickung zur Dreiecksform finden können. Im allgemeinen aber bleiben sie gerade (siehe Figur 26). In den Reihen nun findet in ähnlicher

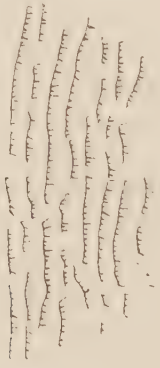

Fig. 26.

Härchen am Halsteil der Larve von Hyl. crenatus.
Dritte Stufe. Vergrösserung etwa 260facb.

Weise wie bei der Larve von Eccoptogaster Ratzeburgi ein Wachstum einzelner Härchen statt, meist unter gleichzeitiger Verminderung der Zahl der Härchen einer Reihe (siehe Figur 26); aber dieses Wachstum findet, wohl infolge der Geradlinigkeit der Reihe zunächst nicht an einem bevorzugten Punkte derselben statt, während wir bei Eccoptogaster Ratzeburgi einen solchen gleich zu Anfang in der Spitze des Dreiecks fanden.

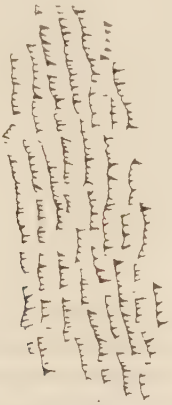

Fig. 27.

Härchen am Halsteil der Larve von Hyl. crenatus.
Vierte Stufe. Vergrösserung etwa 260 fach.

Dieses Verhalten ändert sich aber in der etwas weiter nach hinten gelegenen Region des Halsteiles der Larve: Ist nämlich einmal durch dieses Wachstum einzelner Härchen und die damit verbundene Abnahme der Zahl derselben in einer Reihe ein gewisser Grad der Differenzierung unter den Härchen in einer Reihe eingetreten (siehe Figur 27), so tritt allmählich, oft wenig deutlich erkennbar, aber zuweilen sehr gut zu sehen, bei den Härchen an den beiden Enden einer solchen Reihe die Erscheinung auf, dass sie noch grösser werden als die anderen und zugleich eine Richtung schräg von der Mitte ab nach den Seiten annehmen (siehe Figur 28). Es ist dies, glaube ich, leicht dadurch erklärlich, dass die Randhärchen an den beiden Enden der geraden Reihe, weil neben ihnen unbesetzte Oberfläche ist, stärker in Anspruch genommen werden. Wenn dieser stärkeren Beanspruchung wieder ihrerseits ein stärkeres funktionell-hypertrophisches Wachstum entspricht, so ergibt sich auch die Richtung ihrer Stellung von selbst: nach innen werden sie von

ihren Nachbarn unterstützt, ihre stärkere Funktion liegt auf der Aussenseite, daher dann die schiefe Stellung nach auswärts.

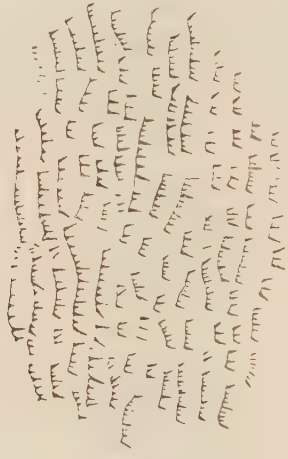

Fig. 28.

Härchen am Halsteil der Larve von Hyl. crenatus.

Fünfte Stufe. Vergrösserung etwa 260 fach.

An dieser Stelle ist zugleich ziemlich gut das allmähliche Fortschreiten der Ausbildung von langen Reihengruppen zur Dreierstufe zu erkennen.

Der weitere Verlauf ist nun an manchen Stellen sehr gut zu sehen (siehe Figur 29) und wiederholt sich fast auf jedem Segment an den Abhängen von der Falte bis zur Kuppe des Wulstes. In den Reihengruppen nimmt die Zahl der Härchen mit deren Grösserwerden immer mehr ab, die äussersten Dörnchen bleiben die grössten, die dazwischen stehenden fallen weg, sodass wir schliesslich auf den Kuppen der Wülste die Dornen meist zu dreien in der Anordnung, wie schon oben erwähnt, stehen sehen: der mittlere gerade aus nach hinten, die beiden seitlichen schief seitwärts nach rechts und links gerichtet. (Siehe Figur 30 und 34.)

Während also bei Eccoptogaster Ratzeburgi e i n grosser Dorn auf den Kuppen der Segmente einer ursprünglichen Reihen- oder Dreiecksgruppe entsprach, so haben sich bei Hylesinus crenatus diese ursprünglichen Reihengruppen nur auf d r e i Dornen konzentriert. An den Stellen jedoch, wo noch stärkere funktionelle Ansprüche zu befriedigen sind, nämlich auf den Bauchwülsten des letzten Abdominalsegmentes und auf dem Rückenwulst des ersten Thorakalsegmentes tritt eine weitere Verschmelzung ein.

Die folgenden Figuren 30—33 sollen diese Erscheinung näher veranschaulichen; es sind deshalb auch die Basalkegel der Dornen mit angedeutet.

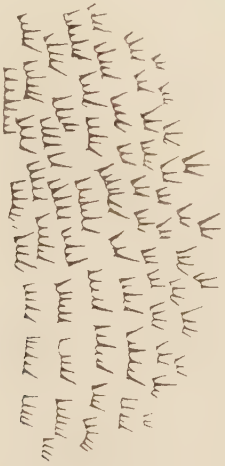

Fig. 29.

Härchen am Halsteil der Larve von Hyl. crenatus.

Fünfte Stufe, weiter fortgeschritten als auf Fig. 28.

Diese Zeichnung ist nicht so ganz wie die vorigen eine möglichst genaue Wiedergabe einer bestimmten Stelle, sondern zum Teil eine Zusammenstellung von typischen Gruppen aus der gleichen Region, zum Zwecke der Vereinfachung des Bildes durch Vermeidung zahlreicher Wiederholungen.

Wir finden schon auf den Rückenwülsten in der Mitte der Kuppe zwischen den Gruppen mit drei Dornen gelegentlich solche mit zwei Dornen (siehe Figur 30). Auf den Bauchwülsten des letzten Abdominalsegmentes, welche anscheinend wie bei anderen Larven funktionell stärker beansprucht werden, finden wir die Zweidorn-Gruppen überwiegend an Zahl (siehe Figur 31). Dabei kann man bei Betrachtung der Basalkegel dieser Dornengruppen eine grosse Mannigfaltigkeit in den verschiedenen Formen und Graden der Vereinigung beobachten (siehe Figur 32). Es ist meist der mittlere Dorn der Dreiergruppe, der rudimentär wird und dessen Basalkegel zunächst mit dem seines rechten oder linken Nachbarn verschmilzt. Manchmal, wenn auch seltener, wird auch einer der Randdornen rudimentär; aber wohl nur dann, wenn der Abstand und die Stellung der drei Dornen innerhalb einer Gruppe ungleichmässig ist und der mittlere mit dem anderen Nachbar in einer Linie steht. Auf diesen Bauchwülsten zeigt sich auch der Beginn der Konzentration der Zweier-Gruppe zu einem einzigen

Dorn, indem die Basalkegel der zwei Dornen zu einem einzigen Kegel verschmelzen (siehe ebenfalls Fig. 32). Die Dornen zeigen dabei Divergenz in verschiedenem Grade. Es kommt jedoch an dieser Stelle selten zum Auftreten von einem einzelnen Dorn.

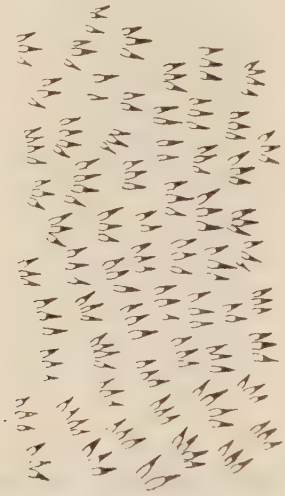

Fig. 30.

Anordnung der Dornen (Dreiergruppen) bei der Larve von Hyl. crenatus am ersten Rückenwulst des siebenten Abdominalsegmentes. Die Basalkegel der Dornen sind auf dieser und den folgenden Figuren mit angedeutet. Vergrösserung etwa 260 fach.

Fig. 31.

Anordnung der Dornen (Zweiergruppen) bei der Larve von Hyl. crenatus am Bauchwulst des achten Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

Fig. 32.

Zusammenstellung verschiedener Grade des Verschmelzens der Dreier- und Zweier-Gruppen von Dornen am Bauchwulst des achten Abdominalsegmentes bei der Larve von Hyl. crenatus. Vergrösserung etwa 260 fach.

Diese Stufe wird dagegen erreicht auf dem Rückenwulst des ersten Thorakalsegmentes (siehe Figur 33). Dieses ist bei der Larve von Hyl. crenatus sehr stark aufgetrieben und man wird daher wohl mit einiger Sicherheit annehmen können, dass dies die Region der stärksten Funktion auf der ganzen Körperober-

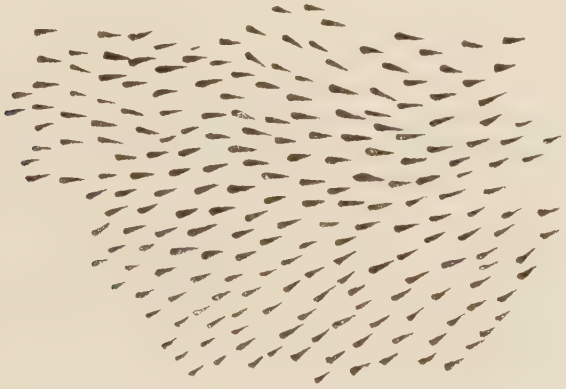

Fig. 33.

Anordnung der Dornen bei der Larve von Hyl. crenatus auf dem Rückenwulst des ersten Thorakalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

fläche ist, und damit wird wohl die Konzentration der Dornengruppen in einen sehr grossen Dorn im Zusammenhang stehen. Die einzelnen Dornen an dieser Stelle sind doppelt bis dreimal so stark als die der grössten Dornen der Dreiergruppen auf den Kuppen der übrigen Rückenwülste.

Im folgenden sei dann eine Uebersicht über die Besetzung der ganzen Larve mit Dornen gegeben.

Das erste Thorakalsegment hat auf seinem Rückenwulste vorne oben eine breite nackte Platte, dahinter befinden sich in zerstreuter Anordnung die sehr starken einzeln stehenden Dornen (siehe Figur 33); sie sind direkt hinter der Platte kurz, dick und stumpf, weiter nach rückwärts länger, dünner und spitzer, sie gehen in die Falte hinunter allmählich in Gruppen von zwei und je weiter nach unten, desto mehr, rudimentären Dornen über.

Weiter an den Seiten herab finden sich noch zwei nackte Platten, an der Bauchseite ein kleiner kegelförmiger Fusswulst.

Die beiden folgenden Wülste sind am Rücken nur schwach mit Dornen, in Reihen geordnet, besetzt, sie stehen wahrscheinlich noch zu sehr unter dem Einfluss der Funktion des ersten Wulstes.

Die beiden hinteren Brustringe haben am unteren Ende ihres mittleren Rückenwulstes eine kleine, und auf ihren Seitenwülsten eine grosse nackte Platte; auf den Bauchwülsten je ein Paar Fusswülste, die nur oben an der Spitze des Kegels nackt sind, ebenso wie der des ersten Segments.

Die Rückenwülste der sechs folgenden Segmente sind in ziemlich gleichmässiger Weise mit Dornen besetzt, so dass dies nur einmal kurz angegeben zu werden braucht. Jedes Segment hat drei Rückenwülste, von denen der vorderste am kürzesten an den Seiten hinabreicht, aber oben in der Rückenmittellinie am breitesten ist, daher auch die stärkste Besetzung mit Dornen aufweist; der zweite ist in der Mitte oben am schmälsten und auch der schmälste von den dreien, er buchtet sich an der Seite der Larve weiter aus. Der dritte reicht fast ebenso weit hinab als der zweite, läuft aber keilförmig spitz zu. Auf dem mittleren sitzt das Stigma.

Die Besetzung mit Dornen auf den drei Rückenwülsten ist die folgende (siehe Figur 34):

Am ersten beginnt die Besetzung ziemlich tief unten am Abhang, nur einen schmalen Streifen in der Falte frei lassend, mit kleinen stumpfen rudimentären Dornen in Gruppen zu mehreren, in Reihen angeordnet. Die Dornen sind meist ganz kurz, und von Divergenz ist daher nicht viel zu bemerken. Auf der Kuppe des Segments treten nun ziemlich plötzlich die grossen Dornen auf in Gruppen zu viert am Rande, und zu dritt oder zu zweit in der Mitte, in der oben geschilderten Anordnung: die

beiden seitlichen schräg nach rechts und links gerichtet, der oder die mittleren ziemlich gerade nach hinten. Am Hinterrand des Wulstes nehmen die Dornen in einer Gruppe wieder an Zahl zu bis zu fünf, sechs, werden aber sofort rudimentär und hören fast unvermittelt auf; es folgt dann die auf ziemlich breitem Raum nackte Falte, und darauf der schmale mittlere Wulst, auf dem die Dornen noch weniger den Uebergang zeigen, aber meist in Gruppen zu vieren beisammen stehen. Dann wieder ein breiter, nackter Raum für die Faltung, und dann der letzte Wulst, der ähnlich wie der erste ausgestattet ist. Der mittlere Wulst scheint etwas niedriger und deshalb weniger funktionell, beansprucht zu sein.

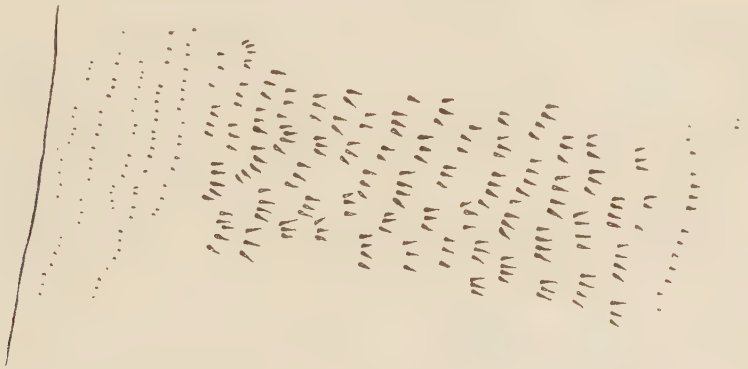

Fig. 34.

Anordnung der Dornen bei der Larve von Hylesinus crenatus Fabr. am ersten Rückenwulst des fünften Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

Auf den Seitenflächen dieser Wülste sind die Falten, die bei der Kontraktion der Larve vielleicht nicht so stark zusammengelegt werden, ziemlich gleichmässig mit rudimentären Dörnchen, in Reihen angeordnet, besetzt. Diese Reihen verlaufen nach unten in horizontalen Kurven um die Abhänge herum. Auf den kleinen Seitenwülsten, die besonders die drei ersten dieser Segmente haben, sind die Dornen wieder stärker entwickelt und mehr bauchwärts als nach hinten gerichtet.

Auf dem zehnten Segment nimmt die Besetzung der Dornen auf den Rückenwülsten allmählich ab; auf dem elften ist nur noch der vordere Teil des einzigen Rückenwulstes mit Dornen und zwar in weitem Abstande spärlich besetzt, der grössere hintere Teil völlig nackt; auf dem vorletzten ist der Streifen mit Dornen noch schmäler, und erst auf dem letzten wieder breiter.

Die Besetzung mit Dornen auf den Bauchwülsten ist folgende: sie ist mittelstark zwischen den beiden Füsschen; auf den folgenden vier Segmenten stärker, wenn auch nicht in demselben Masse wie auf den Rückenwülsten, fängt aber auf dem letzten dieser Segmente, also auf dem siebenten des Larvenkörpers, schon an abzunehmen, tut dies auf den beiden folgenden noch mehr, wird auf dem zehnten und elften ganz spärlich und entwickelt sich erst wieder sehr stark auf den beiden Bauchwülsten des letzten Segments, wo die Dornen meist zu zweien gruppiert sind. (Siehe Figur 32.)

Larven einiger anderer Hylesiniden.

Die Larve des kleinen (bunten) Eschenbastkäfers Hylesinus fraxini Fabr. ist im allgemeinen in der Art der Besetzung mit Dornen der des Hylesinus crenatus ähnlich, doch steht sie auf einer ursprünglicheren Stufe. (Siehe Figur 35.) Im grossen und ganzen stehen die Dornen in ziemlich parallelen Reihen, innerhalb deren sie nur undeutlich die Zusammenfassung in kleine Gruppen erkennen lassen. Diese Gruppen bestehen aber fast immer aus mehr als drei Dornen, meist aus vier bis sechs

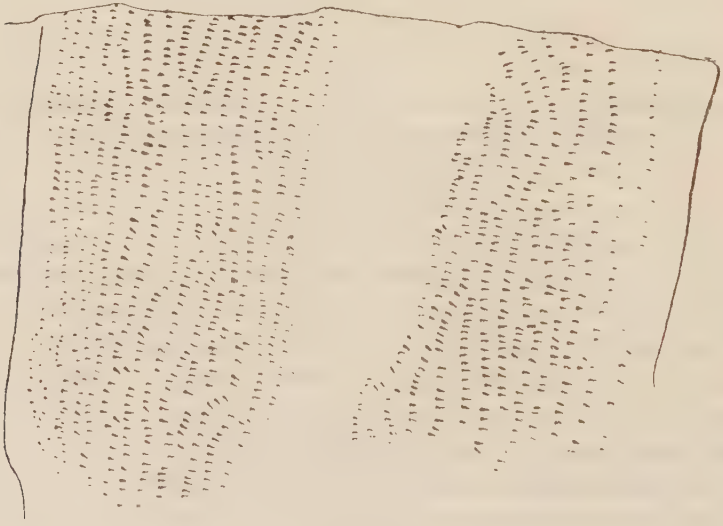

Fig. 35.

Anordnung der Dornen bei der Larve von Hylesinus fraxini Fabr. auf dem ersten und zweiten Rückenwulst des fünften Abdominalsegmentes nahe der Rückenmittellinie (durch den oberen Strich angedeutet, ebenso auch bei den folgenden Abbildungen). Vergösserung etwa 260 fach.

und darüber hinaus. Dabei ist die Divergenz in der Richtung der äusseren sehr gering ausgeprägt.

Weitere Kennzeichen zur sicheren Unterscheidung der beiden Larven sind die bedeutend geringere Grösse der Dornen, der Umstand, dass auf den Rückenwülsten der den letzten vorangehenden Segmente gar keine von Dornen freie Stellen sich befinden, sondern nur die Dornen kleiner und stumpfer werden und die Reihen viel weiter auseinander stehen, als auf dem Rückenwulst der mittleren Segmente. Auf den Bauchwülsten stehen die Dornen sehr spärlich in weiten Zwischenräumen und werden erst auf dem letzten wieder stärker.

Ich reihe hieran die Larve von Polygraphus grandiclava J. Thoms., der wie die vorigen auch in Laubhölzern vorkommt, und von der ich nur die sie von andern Larven unterscheidenden Merkmale hier angeben will, da ich nur über ein einziges Exemplar dieser Art zur Untersuchung verfügen konnte, und dieses sich leider nicht zu einem sehr günstigen Präparat verarbeiten liess.

Die Dornen stehen in Reihen angeordnet; eine Separierung in Gruppen ist nur bei den kleinen rudimentären zu erkennen, Divergenz der Rand-Dornen nicht vorhanden, die Dornen stehen in den Reihen in ziemlich grossen Abständen, ebenso die Reihen — auch auf den Kuppen — ungefähr um die doppelte Länge der Dornen auseinander, so dass die Gesamtbesetzung eine ziemlich spärliche erscheint.

Die Bauchwülste sind mit fast eben so grossen Dornen als wie die Rückenwülste besetzt, aber in grösseren Abständen.

Im Vergleich zu Hyl. fraxini sind die Dornen viel grösser und stehen viel weiter auseinander. Ein sehr auffallendes Merkmal ist die ganz besondere Grösse der Dornen auf dem letzten Bauchwulst, hier sind die Dornen fast doppelt so gross als die grössten auf den Kuppen der Rückenwülste.

Das erste Segment ist auf seinem Rückenwulst völlig frei von Dornen. Die Hinterränder der Rückenwülste der letzten drei Segmente sind zwar ebenfalls frei, aber die vorderen Rückenwülste derselben Segmente noch mit kräftigen Dornen, wenn auch sehr spärlich besetzt. (Unterschied gegen die folgende Art.)

In ganz geringem Masse tritt bei der Larve dieser Art eine Erscheinung auf, die wir bei den bisher beschriebenen noch nie-

mals sahen, die aber bei den im folgenden geschilderten Larven öfters zu bemerken sein wird.

Am Hinterrand des letzten Rückenwulstes des sechsten, siebenten und achten Segments sondert sich ein schmaler Streifen etwas ab, dadurch, dass hier die Dornen nicht wie sonst beim Absteigen in die Falten allmählich immer kleiner werden, sondern eine kurze Strecke gleich gross bleiben. Dabei verändern sie ihre Richtung und stehen nicht mehr nach hinten, sondern, soweit ich bei dieser Art im Präparat erkennen konnte, radial nach auswärts. Bei anderen, nachstehend behandelten Arten sind sie nach vorwärts gerichtet.

Die Larve des ganz nahe verwandten Polygraphus poligraphus L., der in verschiedenen Nadelhölzern vorkommt und zu dem die vorige Art lange gerechnet wurde, ist dieser ziemlich ähnlich, doch sei sie, da ich von ihr wieder mehr Material zur Verfügung hatte, etwas eingehender beschrieben:

Der Rückenwulst des ersten Segmentes hat oben zwei in der Mitte nur durch eine schmale Rinne getrennte, von Dornen völlig freie Platten, die an den Seiten nicht ganz bis zur Höhe der Stigmen hinabreichen, hinten aber bis in die Falte sich erstrecken, sodass hier keine Dornen mehr stehen. Weitere Platten finden sich nicht. Die beiden folgenden Segmente haben jedes zwei Rückenwülste, einen vorderen, oben in der Mitte breiteren, der an den Seiten nicht weit hinabreicht und da keilförmig zuläuft, und einen hinteren, oben schmalen, der sich an den Seiten ziemlich stark auswulstet. Die folgenden fünf Segmente haben drei Rückenwülste; der vordere breit und kurz keilförmig, der mittlere schmal, der hintere wieder breit, und diese beiden letzteren an den Seitenflächen tief herabreichend und da in einander übergehend ohne Falten. Da auf diesen fünf Segmenten die Besetzung mit Dornen ziemlich gleichmässig ist, seien sie hier zusammengefasst:

Die Dornen sind ziemlich dick, kurz und stumpf, stehen in ungefähr parallel verlaufenden Reihen in ziemlich weiten Abständen, ohne Andeutung einer regelmässigen Gruppierung innerhalb dieser; sie sind auf der Kuppe der Wülste am grössten und nehmen nach vorn und hinten allmählich an Grösse ab, lassen aber in den Falten einen breiten Raum völlig unbesetzt. An den Seitenflächen, unterhalb der Stigmen sind sie schräg nach unten gerichtet, wobei die Reihen wieder in verschiedenen Bogenlinien verlaufen.

Auf dem sechsten Segmente des Körpers beginnt die schon bei Besprechung der vorigen Art erwähnte Erscheinung, und zwar hier viel deutlicher und stärker aufzutreten. An den letzten grossen Wulst schliesst sich ein ganz kleiner flacher accessorischer an, auf dem die Dornen wieder ein klein wenig grösser werden als die letzten auf dem grossen Wulst vorher, und nach vorwärts d. h. nach dem Kopf der Larve gerichtet sind. Die Dornen auf dem vorderen Abhang des nächsten Wulstes, also des ersten vom siebenten Segment, sind ebenfalls nach vorne gerichtet. Der Uebergang zu den nach hinten gerichteten Dornen auf der Kuppe dieses Wulstes findet sehr schroff statt in der Art, dass auf einer nicht ganz geraden, an den Seiten hinunter laufenden Linie unregelmässige Gruppen, vielleicht von verschiedenen Reihen stammender Dornen auftreten, bei denen diese Dornen bauchwärts gerichtet sind, und zwar so, dass der vordere Dorn schräg nach dem Kopf zu, der mittlere gerade bauchwärts, der hintere Dorn schräg nach dem Afterende der Larve sich richtet. An der Grenze des siebenten und achten Segmentes wiederholt sich diese Erscheinung in etwas stärkerem Masse, erreicht ihr Maximum am achten und neunten Segment und ist nur noch in Spuren zu bemerken auf der Grenze vom neunten und zehnten Segment, auf dem die Besetzung mit Dornen auf der ganzen Fläche desselben stark rudimentär wird.

Diese Dornen mit entgegengesetzter Richtung reichen an den Seiten nur bis etwa zur Hälfte des Keilwulstes (erster Wulst) an jedem Segment hinab.

Ihre Bedeutung liegt wohl darin, der Larve die Rückwärtsbewegung, welche die Borkenkäferlarven tatsächlich vollführen können, zu ermöglichen.

Auf dem neunten Segment ist nur noch der erste Wulst in gleicher Weise wie bei dem früheren Ring mit Dornen besetzt, auf den zwei nächsten Rückenwülsten nimmt die Besetzung sehr ab; diese Minderung wird noch erheblicher auf dem folgenden zehnten Segment, wo der letzte Wulst fast unbesetzt bleibt, ebenso der erste auf dem elften Segment, während dessen zweiter wieder eine etwas spärliche Besetzung mit ziemlich starken Dornen aufweist.

Von den Bauchwülsten sind die der Brustringe mit Dornen besetzt, die ungefähr gleiche Stärke mit denen auf den Rückenwülsten haben. Die der folgenden sechs Segmente sind nur in ihrer vorderen Hälfte mit ziemlich schwachen Dornen besetzt,

der hintere Abhang ist nackt. Auf dem folgenden Segment beginnen sie etwas stärker zu werden, auf dem vorletzten Ring nehmen sie noch weiter zu und erreichen auf dem letzten die schon bei der vorigen Art geschilderte besondere Grösse. Zu bemerken wäre, dass sie hier vielfach in Gruppen meist zu zweien stehen, wobei die beiden dann in der Richtung ein wenig divergieren. Wenn die Gruppe, wie es manchmal stattfindet, drei Dornen umfasst, so ist der mittlere der grösste, während die beiden seitlichen kleiner sind und schräg nach aussen stehen.

Dieses dichte Auftreten von starken Dornen auf der Bauchseite des letzten Ringes gibt dieser Art eine auffallende Aehnlichkeit mit den Larven der Tomicinen. Da Polygraphus auch in anderen Punkten, z. B. Beschaffenheit des Kaumagens, des letzten Fussgliedes und in der Lebensweise gewisse Eigenschaften mit den Tomicinen-Arten gemeinsam hat, so würde man dies wohl als weiteres Zeichen einer Verwandtschaft auffassen dürfen. Es früge sich daher, ob nicht die Gattung Polygraphus aus der Subfamilie der Hylesinen zu entfernen und in die der Tomicinen zu stellen sei.

Die Larven der beiden Kiefernmarkkäfer. Myelophilus piniperda (L.) und minor (Hart.)

Es sei zunächst die Art M. piniperda behandelt. Die Larve dieses Borkenkäfers ist sehr gleichmässig mit ziemlich kurzen Dornen besetzt. Auf Bauch- und Rückenwülsten sind die Dornen an Stärke kaum verschieden, auf beiden stehen sie auch ziemlich gleich dicht, während sie auf den Seiten der Larve in etwas grösseren Abständen von einander auftreten.

Die Uebergänge von den grossen Dornen auf den Kuppen zu den kleinen am unteren Ende des Abhanges sind sehr allmählich, dabei reichen die Dornen sehr tief in die Falten hinein und die nackten Stellen sind daher sehr schmal. Die ursprünglichste Form der Anordnung am Halse der Larve sind nicht sehr lange gerade Reihen von dichtstehenden Härchen, die allmählich an Grösse zu- und an Zahl abnehmen, bis schliesslich ein einziger grosser Dorn als Vertreter der Reihe übrig bleibt.

Die Anordnung in Reihen findet sich häufig noch ziemlich deutlich erhalten an den Abhängen der Wülste, dagegen stehen auf den Kuppen derselben die Dornen durchweg in zerstreuter Stellung, und man kann sehr gut fast jedesmal die allmählichen Uebergänge beobachten.

Wenn ich noch hinzufüge, dass die einzelnen Dornen auf einem ziemlich grossen Basalkegel stehen, der oft ebenso lang ist als der Dorn selbst, so wäre alles gesagt, was diese Larven im Gesamtcharakter der Besetzung mit Dornen von den übrigen unterscheidet. (Siehe Figur 36.)

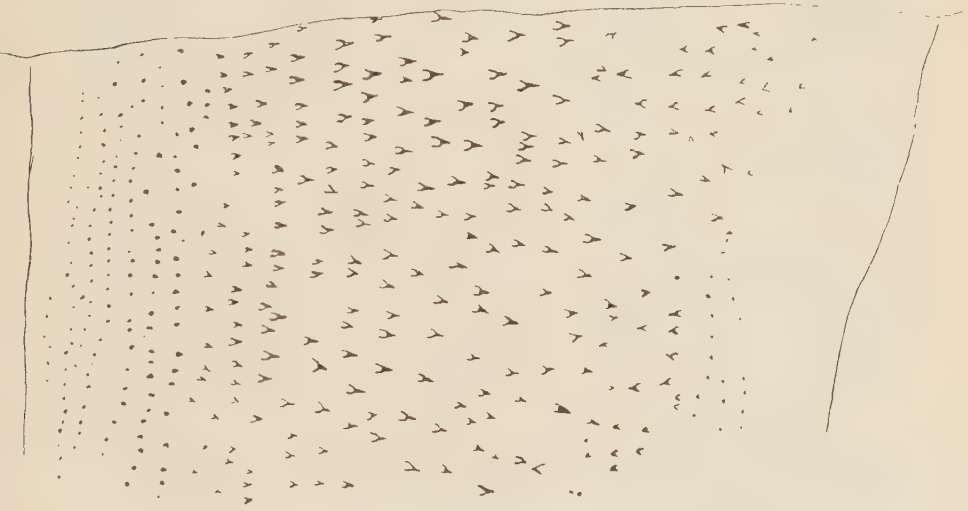

Fig. 36.

Anordnung der Dornen bei der Larve von Myelophilus piniperda L. am ersten Rückenwulst des dritten Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

An Einzelheiten, die gute Unterscheidungsmerkmale gegen andere Arten abgeben, wären anzuführen:

Am ersten Segment überdecken die beiden Rückenplatten, die oben in der Mitte zusammenstossen, fast den ganzen Rückenwulst. Auf dem zweiten Segment finden sich an der seitlichen Ausbuchtung drei lange, dünne Haare, deren Scheiben, die frei von Dornen sind, zusammenfliessen, so dass hier ein schmaler nackter Streif gebildet wird.

Die Bauchfüsse sind auf allen drei Brustringen ziemlich stark entwickelt. Auf sämtlichen Segmenten, mit Ausnahme der beiden letzten, hat sich hinter dem ersten grossen Bauchwulst ein zweiter kleiner gebildet, der nur durch eine ganz seichte Falte vom ersten getrennt und mit sehr kurzen Dörnchen besetzt ist.

Die nach vorwärts gerichteten Dornen auf den Rückenwülsten an den Grenzen der Segmente beginnen schon ganz

schwach an den Grenzen des vierten und fünften Segmentes, nehmen etwas zu bis zur Grenze des sechsten und siebenten Segmentes und von da wieder ab bis zur Grenze des neunten und zehnten Segmentes, sind aber auf allen nur ganz gering ausgebildet und nur auf einem ganz beschränkten schmalen Raum in den Falten vorhanden. Auf dem zehnten Segmente befindet sich hinter den einzelnen langen dünnen Haaren auf dem zweiten Rückenwulst ein schmaler Streifen ohne Dornen, ein gleicher in kaum grösserer Ausdehnung auch auf den beiden folgenden Segmenten. Die Zunahme der Dornen an Stärke auf dem Rücken- und Bauchwulst des letzten Segmentes ist verhältnismässig gering.

Eine Larve, die in der allgemeinen Art der Besetzung mit Dornen viel Aehnlichkeit mit M. piniperda hat und nur ein viel weiter vorgeschrittenes Stadium bilden würde, wäre die Larve von Dendroctonus micans, ich will aber zwischen die Behandlung dieser beiden die Beschreibung des nächsten Verwandten von M. piniperda, des M. minor Hartig einschieben.

Wie schon oben erwähnt, sind sich die Käfer dieser beiden Arten ausserordentlich ähnlich, nur der Mangel von einigen Haarbörstchen in einer Reihe am Flügeldeckenabsturz dient als sicheres Unterscheidungszeichen. Dagegen ist die Lebensweise dieser beiden Arten sehr verschieden in Bezug auf die Gangform, und darauf führe ich auch die ausserordentliche Verschiedenheit in der Besetzung der Larvenhaut mit Dornen zurück.

Der Mutterkäfer von M. piniperda macht einen Längsgang, ohne den Splint allzusehr zu berühren; von da aus fressen die Larven bis 14 cm lange verschlungene Gänge nur in der Rinde, fast ohne das Holz anzugreifen. Der Mutterkäfer von M. minor macht einen Quergang, und da er meist die oberen dünnrindigen Stammteile der Föhre befällt, schneidet er tief in den Splint ein; ebenso ist der Larvenfrass, der aus ganz kurzen 1—4 cm langen, wenig geschlängelten Gängen besteht, meist sehr deutlich auf dem Splint zu erkennen, und zum Schlusse frisst sich die Larve wohl in der Mehrzahl der Fälle ihre Puppenwiege senkrecht ins Holz.

Ich glaubte, von vornherein annehmen zu dürfen, dass bei diesen beiden Arten sich in der Besetzung mit Dornen ein Unterschied finden müsse, wenn überhaupt Form und Anordnung dieser Dornen in Beziehung stehe zur Art und Weise der Bewegung und zur Beschaffenheit des Materials, in dem die Larve

sich bewegt. Bei vielen anderen Larven, die ich zur Untersuchung zur Verfügung hatte, lässt sich vorläufig nicht sagen, dass, oder, wie weit die Verschiedenartigkeit der Dornen in Form und Anordnung eine Folge der Abweichung in der Lebensweise ist. Denn die Arten stehen auch in ihren Imagines zumteil soweit auseinander, dass die Abweichung auch ebenso gut ihren Grund in der von uns noch unbekannten Richtungen her beeinflussten, einer jeden Spezies oder Gattung eigentümlichen Ausstattung und Organisation haben könnte.

Hier haben wir aber zwei Arten, die in der Form ihrer Imagines einander äusserst ähnlich sind, und ihre nahe Verwandtschaft auch in einem Punkte ihrer Lebensweise (Ernährungsfrass in den Trieben) zeigen, deren Larven aber verschiedene Frassbilder ausführen. Da sich nun in der Ausrüstung der Larve mit Dornen starke Unterschiede finden, so wird man wohl annehmen dürfen, dass die Art und Weise der Bewegung einen stärkeren Einfluss auf die Austattung mit diesen Dornen ausübt, als das Verwandtschaftsverhältniss.

Schwieriger ist es nun schon, über die verschiedenen hierbei mitwirkenden Faktoren in's Klare zu kommen. Bei den Larven anderer Arten ist dies, solange nur eine beschränkte Anzahl von Arten mir zur Verfügung steht, überhaupt nicht mit Aussicht auf einigen Grad von Wahrscheinlichkeit möglich. Aber bei den beiden Arten M. piniperda und minor sind meiner Ansicht nach zwei Faktoren unbedingt sicher festzustellen. Die Holzart ist die gleiche. Die Unterschiede in der Lebensweise sind: Erstens: die piniperda-Larve frisst fast ausschliesslich in der Rinde, die minor-Larve weitaus mehr im Holze. Inwieweit nun die Abweichungen in der Anordnung der Dornen mit den Strukturunterschieden von Föhrenrinde und -Holz in Beziehungen stehen, darüber wage ich nicht zu entscheiden. Der zweite Punkt ist die Verschiedenheit in der Länge des Ganges, deren Grund vielleicht in den Unterschieden an Gehalt von Nahrungsstoffen bei Holz und Rinde zu suchen ist. Aber eine Folge davon ist leicht zu erkennen: Die Entwicklungszeit bei den Käfern ist wohl ungefähr die gleiche; also macht während der gleichen Zeit die Larve von piniperda einen ungefähr zehnmal so langen Weg als die Larve von minor. Die Fortbewegung wird also wohl äusserst langsam sein und die Einzelaktionen dabei jedenfalls sehr gering.

Damit würde sehr gut übereinstimmen, dass die Anordnung

der Dornen auf einer meiner Auffassung nach ursprünglicheren Stufe steht (siehe Figur 37).

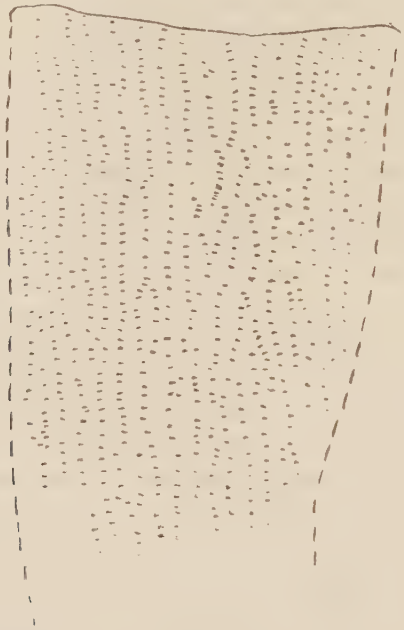

Fig. 37.
Anordnung der Dornen bei der Larve von Myelophilus minor Hart. auf dem ersten Rückenwulst des dritten Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

Die Dornen dieser Larve sind nämlich äusserst klein, vielleicht halb so klein wie bei piniperda, stehen durchaus in Reihen und innerhalb dieser sind meist noch zusammenhängende Gruppen erkennbar; das ist eine Stufe, welche bei den meisten anderen Larven nur am Hals und vielleicht noch in den Falten der Wülste oder an sonstigen Stellen geringer Funktion anzutreffen ist.

Ausser dem oben erwähnten allgemeinen Unterschied sind noch folgende Merkmale hervorzuheben:

Der zweite Rückenwulst des zweiten Brustringes ist bei minor nur an seinem vorderen Abhang mit Dornen besetzt, die hintere Hälfte bleibt frei: auf dem neunten und zehnten Segment sind Dornen nur am vorderen Abhang des ersten Rückenwulstes vorhanden und fehlen völlig auf den beiden hinteren Rückenwülsten dieser beiden Segmente. Aehnlich ist es auf dem elften, wo nur der Vorderrand des ersten Wulstes Dornen trägt,

der Hinterrand und der zweite Wulst aber frei bleiben. Auf dem nun folgenden letzten Wulste des Körpers stehen die Dornen desgleichen bloss in der vorderen Hälfte, die andere bleibt nackt. Gleichfalls sind nur an ihren vorderen Rändern schwach mit Dornen besetzt und sonst völlig frei die beiden Reihen von Seitenwülsten.

Nach vorwärts gerichtete Dornen finden sich in geringer Anzahl an der Grenze des sechsten und siebenten, des siebenten und achten Segmentes und ganz spärlich auch auf den Grenzen der einzelnen Wülste dieser Segmente.

Eine Ausnahme von der sonst ganz gleichmässigen Besetzung des ganzen Körpers mit kleinen Dornen in deutlichen Reihen machen nur die Bauchwülste der beiden Brustringe und der letzte Wulst des Körpers. Auf diesem sind die Dornen etwas grösser und die Zahl derselben in den Gruppen ist auf vier, drei, selten zwei gesunken; die Ordnung in Reihen weniger deutlich.

Auf dem letzten Bauchwulst tritt sogar in dessen hinterer Hälfte eine Zone mit einzeln stehenden Dornen auf. Diese Stufe, die wir sonst bei anderen Borkenkäfern über den grössten Teil der Oberfläche verbreitet gefunden haben, tritt hier bloss an den Stellen der stärksten Beanspruchung auf.

Aus der ganzen, wenig gekrümmten Haltung der Larve und der Dornenbesetzung, besonders aus dem Umstand, dass die Dornen auf den Bauchwülsten nicht im mindesten schwächer sind als auf den Rückenwülsten, dass sich die stärkst entwickelten Dornen auf der Bauchseite auf den ersten und letzten Segmenten befinden, dass ferner die deutlich ausgebildeten Seitenwülste völlig unbesetzt sind, möchte ich den Rückschluss ziehen, dass die Larven von M. minor sich mehr, als andere Borkenkäferarten mit den Bauchwülsten fortbewegen.

Die Larve des grossen Fichtenbastkäfers. Dendroctonus micans (Kugel).

Ich komme nun zur Besprechung der Larve von Dendroctonus micans Kugel (siehe auch Figur 15).

Von dieser Art stand mir durch die Liebenswürdigkeit von Prof. Pauly das reichlichste Material zur Verfügung, und mit diesen Larven habe ich meine Versuche zur Erzielung einer möglichst guten Chitinfärbung für meine Zwecke gemacht.

Bei dieser Art habe ich auch am genauesten die Fortbewegung der lebenden Larve beobachtet und will die Ergeb-

nisse der Beobachtung hier kurz darstellen. In ihrer natürlichen Umgebung, d. h. zwischen Rinde und Holz und in der Rinde sie zu beobachten ist natürlich unmöglich. Ich liess die Larven daher auf der Innenseite von Fichtenrinde, auf einer unpolierten Tischplatte und auf einer Glasplatte sich fortbewegen.

Die Larven liegen, aus ihren Gängen herausgenommen, gewöhnlich auf der Seite in etwas gekrümmter Haltung. In dieser Stellung gelingt es ihnen zwar, weiter zu kommen, aber ziemlich langsam, und die Ortsveränderung wird infolge ihrer Krümmung gewöhnlich zu einer Kreisbewegung. Das Fortschreiten erfolgt hier sowohl vorwärts als rückwärts; auf der Glasplatte bewegten sich meine Larven merkwürdigerweise bloss rückwärts. Wenn sich die Larven aber auf den Rücken legten, was sie freiwillig und ohne Unterstützung taten, so kamen sie recht gut und verhältnismässig rasch vorwärts und zwar in gerader Linie. Allein infolge der Krümmung ist es ihnen schwer, sich in dieser Lage zu erhalten, und sie fallen häufig wieder um.

Auf die Bauchseite legen sie sich freiwillig nicht; legt man sie mit Absicht auf den Bauch, so drehen sie sich meist wieder auf die Seite, nur wenige blieben auf dem Bauche liegen und bewegten sich so, aber äusserst langsam, weiter. Die Bewegungen des Körpers sind ein aufeinander folgendes Zusammenziehen und Wiederausstrecken der Segmente, sowohl in der Richtung von vorn nach hinten als von hinten nach vorn verlaufend. Dabei dehnen sich die Segmente auch in der Querschnittsebene aus (sie machen sich dicker), besonders an den Thorakalsegmenten.

Ich glaube, die Art und den Verlauf der Bewegung etwa so auffassen zu könnnen:

Ausdehnung der Thorakalsegmente in der Querschnittsebene, dadurch gewissermassen Feststellen des Körpers vorne, dann Nachziehen der Abdominalsegmente durch Kontraktion der Längsmuskulatur, dann wieder Gewinnung eines festen Stützpunktes hinten mit den letzten Abdominalsegmenten, und nun Vorstrecken des ganzen Körpers durch von hinten nach vorne allmählich verlaufende Streckung der Längsmuskulatur. Auf diese Weise kann sich das Tier wohl fortschieben.

Die Bewegungen in der Rinde und im Bohrmehl werden sicher viel weniger lebhaft, langsamer und von geringerer Ausdehnung sein, denn das umgebende Medium schliesst die Larven von allen Seiten ein. Sie haben daher nur nötig, sich soweit fortzubewegen, als sie vorne wegfressen, aber gerade das Benagen

der Rinde durch Eingreifen der Mandibeln verlangt, glaube ich, ein viel stärkeres Feststellen des Körpers in der entgegengesetzten Richtung als die einfache Fortbewegung im Bohrmehl. Schliesslich wäre hier vielleicht noch die Bemerkung am Platze, dass die Larven in der Rinde natürlich von allen Seiten gleichmässig von diesem Medium umschlossen sind, weshalb dann die ganze Körperoberfläche, soweit sie mit der Rinde in Berührung kommt, mitarbeiten kann. Unterschiede in der Beanspruchung werden vielleicht nur durch die Organisation der Muskulatur hervorgerufen werden.

Aus der Lebensweise dieses Borkenkäfers ist, als für die Beurteilung der Besetzung mit Dornen wichtig, noch folgendes hervorzuheben:

D. micans ist der einzige Borkenkäfer, der noch fast ganz gesunde Bäume von irgend einer Verletzung aus befällt. Der starke Harzausfluss beweist schon, dass er mit den lebenden, also aktiven Widerstand leistenden Pflanzenzellen zu kämpfen hat. Ebenso ist es bei den Larven; diese fressen sich auch in den völlig gesunden Bast hinein und ihnen stehen durch Harzausscheidung usw. sicherlich viele Hemmnisse entgegen. Nach den Beobachtungen Pauly's fressen die Larven auch nicht einzeln jede für sich ihren Gang, sondern sie liegen dicht in einer Reihe neben einander beisammen, und erzeugen so durch ihren Frass eine Bohrmehlplatte. Wahrscheinlich gelingt es ihnen auf diese Weise, besser die Widerstände, die ihnen die lebende Pflanze leistet, zu überwinden.

Ausserdem wandern diese Larven auch insofern wahrscheinlich am meisten unter ihren Verwandten, als sie gegen Ende ihrer Entwicklung häufig noch kreuz und quer die schon gefressene Bohrmehlplatte durchwühlen, wobei sie die Reste von innerer Rindensubstanz gänzlich aufzehren, die sie in ihrer Jugendzeit übrig liessen, als sie nur ganz dünne Schichten innen wegnagten.

Man kann wohl aus diesen Punkten ihrer Lebensweise mit einiger Wahrscheinlichkeit folgern, dass diese Larven die schwerste Arbeit leisten und die meisten Bewegungen ausführen.

Dieser Anschauung würde nun auch die Besetzung mit Dornen vollständig entsprechen. Die Larven von D. micans haben die stärksten und grössten Dornen von sämtlichen Borkenkäferarten, die ich untersucht habe; und in Bezug auf ihre Anordnung weisen sie die am weitesten vorgerückte Stufe auf, indem eine Anordnung in Reihen nur am Halsteil vorzufinden ist, sonst

stehen die Dornen durchwegs auch an den Abhängen der Wülste in zerstreuter Stellung.

Eine weitere besondere Eigentümlichkeit ist der im Vergleich zu andern Arten auffallend starke Wechsel in der Richtung und in der Form der grossen Dornen.

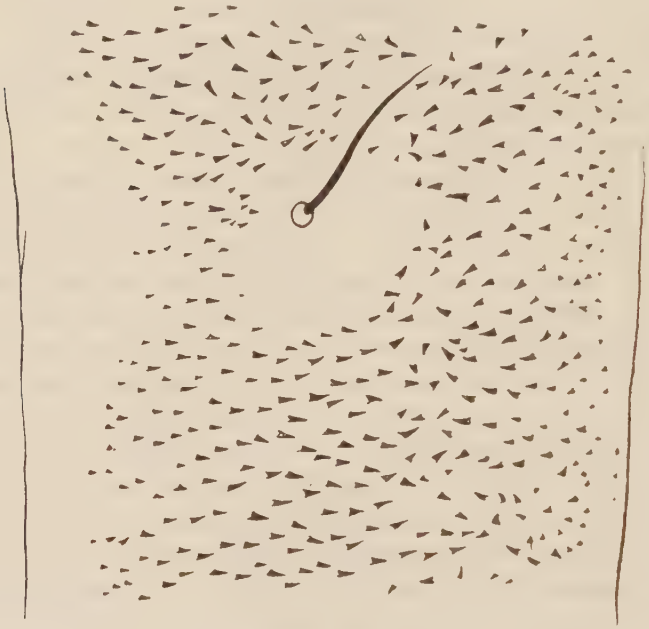

Fig. 38.

Anordnung der Dornen bei der Larve von Dendroctonus micans am dritten Rückenwulst des fünften Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 140 fach.
Die Dornen auf dem hinteren Drittel des Wulstes sind nach vorne gerichtet.

Am vierten Abdominalsegment auf dem letzten Wulst, und am fünften Segment auf allen drei Wülsten beginnen auf den hinteren Abhängen nach vorwärts gerichtete Dornen in geringer Zahl und Grösse aufzutreten. (Siehe Figur 38.) Vom sechsten bis zum neunten Segment einschliesslich nehmen die nach vorne gerichteten Dornen, die auf allen drei Rückenwülsten auftreten, auf dem ersten und dritten Wulst fast die Hälfte des ganzen Wulstes ein, auf den mittleren schmalen sogar etwas mehr. Auch auf der Seitenfläche des letzten Wulstes dieser Segmente nehmen die nach vorwärts gerichteten Dornen einen breiten Raum ein. Der Uebergang erfolgt oben auf dem Rücken sehr schroff und ist nur durch einzelne nach oben oder unten gerichtete Dornen

gegeben. An den Seitenflächen ist er mehr allmählich, indem hier breitere Streifen von Dornen, die in verschiedenen, mehr schrägen nach oben oder unten gerichteten Stellungen sich befinden, vermitteln. Auf den Seitenwülsten stehen die Dornen ebenfalls in verschiedenen, zum Teil spiralig verlaufenden Richtungen; auf den Bauchwülsten geradeaus nach hinten.

Es ist wohl kein Zweifel, dass die Larve mit Hilfe der nach vorne gerichteten Dornen an den rückwärtigen Abhängen der hinteren Segmente die Rückwärtsbewegung auszuführen vermag, welche durch die Beobachtung am lebenden Tiere festgestellt werden konnte. Es scheint also, dass die Ausbildung der Dornen auch in Bezug auf ihre Richtung durchaus den Ansprüchen gemäss erfolgt, welche die Funktion der betreffenden Körperregion an sie stellt. In noch höherem Maasse werden wir diesen Wechsel in der Richtung der Dornen bei den Larven der Pissodes-Arten finden. (Siehe Figur 44 auf Seite 109.)

Ferner tritt bei der Larve dieses Borkenkäfers eine Erscheinung sehr deutlich und häufig auf, die sich bei keiner der untersuchten Arten von Borkenkäferlarven in dem Maasse wiederfand, nämlich die verschiedenartige Ausbildung der Form der Einzeldornen, die wohl in Beziehung zu ihrer Funktion zu setzen ist. Es ergeben sich dabei gewisse Analogien zu den Formen der Borsten bei den Larven der Lamellicornier.

Figur 39.
Form der Dornen bei der Larve von D. micans
auf der Kuppe des ersten Rückenwulstes des dritten Thorakalsegmentes.
Vergrösserung etwa 260 fach.

Diese und die beiden folgenden Figuren zeigen dieselbe Vergrösserung wie die meisten der früheren und folgenden Dornenabbildungen und lassen daher den direkten Vergleich der Grössenverhältnisse der Dornen bei den verschiedenen anderen Arten zu.

Auf den Kuppen der meisten Rückenwülste sind die Dornen kurz und stark (siehe Figur 39); auf dem Bauchwulst und noch mehr auf dem ersten Rückenwulst des letzten Abdominalsegmentes zeigen sie diese Eigenschaft in stärkstem Maasse, sie sind hier kaum länger als an der Basis breit (siehe Figur 40).

Fig. 40.
Form der Dornen bei der Larve von D. micans
am ersten Rückenwulst des letzten Abdominalsegmentes.
Vergrösserung etwa 260 fach.

Auf den übrigen Bauchwülsten und auf den Seitenwülsten sind die Dornen lang und dünn, vielmal so lang als an der Basis breit (siehe Figur 41).

Fig. 41.
Form der Dornen bei der Larve von D. micans
auf dem seitlichen Bauchwulst des sechsten Abdominalsegmentes.
Vergrösserung etwa 260 fach.

Diese Formenverschiedenheit lässt sich wohl durch die oben geschilderte Art der Bewegung der lebenden Larve erklären: Die grösste stützende Wirkung wird wohl an dem letzten Abdominalsegment ausgeübt, wo die Dornen auf der Rücken- und Bauchseite vielleicht am stärksten in die umgebende Rinde eingepresst werden: hier sind die Dornen am massivsten. Die weitere Fortbewegung wird dann anscheinend in hohem Grade durch

Zuhilfenahme der Rückenwülste ausgeführt: hier sind die Dornen ebenfalls sehr kräftig, aber länger.

Die meisten Bauchwülste und die Seitenwülste scheinen keinen sehr beträchtlichen Anteil an der Fortbewegung zu haben: hier sind die Dornen, wie beim Engerling die Borsten, lang und dünn, also in funktionellem Sinne schwach.

Schliesslich will ich noch die von Dornen freibleibenden Stellen anführen, die zugleich systematisch verwertbare Kennzeichen sind. Der Rückenwulst des ersten Brustringes ist nur an seinem vorderen Abhang mit feinen Dörnchen, welche die allmähliche Ausbildung zeigen, besetzt, sonst aber nackt. Die einzelnen langen dünnen Haare, welche sich regelmässig auf dem letzten Rückenwulst jedes Segmentes finden, haben eine grosse freie Scheibe an ihrer Basis (siehe auch Fig. 38); auf dem zweiten Segment sind die Scheiben dreier solcher Haare zusammengeflossen und bilden dadurch eine grössere nackte Stelle, auf dem dritten Brustring die Scheiben von zwei solchen Haaren. Auf dem zehnten Segment beginnen die Scheiben von vier Haaren zusammenzufliessen, und auf dem elften und zwölften ist diese nackte Fläche noch grösser geworden; desgleichen findet sich um die Stigmen herum eine viel grössere freie Scheibe, als bei andern Borkenkäferlarven, und ebenso sind die oberen Seitenwülste auf ihrer Kuppe, auf der zwei lange Haare stehen, von Dornen unbesetzt. Am grössten ist diese nackte Fläche an dieser Stelle auf dem zweiten und dritten Brustring und nimmt von da allmählich, Segment für Segment, ab bis zum elften. Auf den unteren Seitenwülsten sind die Scheiben der beiden langen Haare, mit Ausnahme vom vierten Segment, durch eine vom fünften bis zum elften Segment an Breite zunehmende Bahn mit Dornen getrennt. Die Bauchfüsse sind bei dieser Larve sehr schwach entwickelt.

Durch die Grösse und Anordnung der Dornen steht die Larve von D. micans sehr nahe den Larven von Rüsselkäfern mit ähnlicher Lebensweise, den Pissodes-Arten. Diese sind in der Ausbildung ihrer Dornen noch etwas weiter vorgeschritten. Auf die Unterscheidungsmerkmale möchte ich später bei den Pissodes-Arten eingehen. (Siehe Seite 107 ff.)

Die Larven von Hylastes palliatus, Dryocoetes autographus und Ips (Tomicus) laricis.

Ich fasse im folgenden drei Arten zusammen, welche in der

Art der Besetzung mit Dornen in manchen Beziehungen grosse Aehnlichkeiten aufweisen, obwohl sie verschiedenen Gattungen angehören. Alle drei weichen von den Larven der übrigen von mir untersuchten Borkenkäferarten dadurch ab, dass die beiden Seitenwülste vom zweiten bis zum elften Segment zum grössten Teile ihrer Oberfläche nicht mit Dornen, sondern mit Platten verdickten Chitins besetzt sind. Auf diesen grossen freien Scheiben bei den Abdominalsegmenten stehen regelmässig einzelne kräftige Haare, die man fast als Börstchen bezeichnen könnte. Die Dornen auf den übrigen Teilen der Körperoberfläche zeigen keinen besonders hohen Grad der Ausbildung.

Dadurch erhalten die Larven dieser drei Borkenkäferarten im Princip der Ausstattung mit Fortbewegungsapparaten eine gewisse Aehnlichkeit mit den in der Erde lebenden Larven einiger Rüsselkäferarten.

Ich möchte glauben, dass die Ursachen dieser auffallenden Aehnlichkeit in dem Umstande zu suchen sind, dass diese Borkenkäferarten in der Regel nur solche Bäume befallen, die schon längere Zeit abgestorben und ausserdem recht feucht sind, bei denen die Rinde schon einen gewissen Grad der Zersetzung oder geradezu Fäulnis erreicht hat. Man findet sie sogar nicht selten in Baumteilen, die vor ihnen schon von anderen Borkenkäferarten bewohnt waren. Es mag also bei solcher Rindenbeschaffenheit der Widerstand, den die Larven bei ihrer Fortbewegung finden, kein so grosser sein, als bei frischerem Material und dieser mürbe und lockere Zustand der Rinde mag eine Ursache für ähnliche Ausbildungen sein, wie wir sie finden können bei manchen Rüsselkäferlarven, die in Erde und Mulm leben.

Zunächst sei die Larve des braunen Fichtenbastkäfers, Hylastes palliatus Gyll. besprochen.

Ueber den allgemeinen Charakter der Besetzung mit Dornen sei kurz folgendes gesagt:

Die Entstehung der Dornen aus Härchen, die in Reihen auf einer Basalplatte sitzen, lässt sich am Hals sehr gut beobachten.

An den Abhängen der Wülste ist die reihenweise Anordnung der kleinen Dornen zum Teil mit Auftreten von einer Mehrzahl auf einer Basalplatte noch sehr deutlich erhalten, der Uebergang zu den grossen auf den Kuppen erfolgt ziemlich rasch, aber nicht schroff. Auf diesen Kuppen tritt eine Anordnung in Reihen wohl nur deshalb nicht so stark hervor, weil die einzelnen Dornen in ziemlich grossen Abständen von einander stehen.

Die Besetzung mit Dornen ist auf Rücken- und Bauchwülsten gleich dicht, doch sind die Dornen auf den Rückenwülsten oben etwas kürzer als die auf der Bauchseite. Die Rückenwülste des achten bis elften Segmentes sind zwar spärlicher mit Dornen besetzt, als die vorderen, und besonders in den Falten ziemlich weit an den Abhängen hinauf frei von Dornen, aber es finden sich keine ganz freien Stellen auf der Kuppe, wie bei andern Borkenkäfern, denn die Scheiben der langen dünnen Haare sind nicht mit einander verflossen, dagegen ist auf dem letzten Wulst über dem After eine breite freie Stelle. Auf diesem letzten Wulst sind auch, sowohl auf der Bauch- als auf der Rückenseite, die Dornen etwas stärker entwickelt, als wie auf der übrigen Oberfläche der Larve, aber nicht in dem Masse wie bei andern Arten. Vom fünften bis zum achten Segment sind die Reihendörnchen auf den rückwärtigen Abhängen der Wülste nach vorwärts gerichtet, grosse nach vorne stehende Dornen auf den Kuppen dieser Segmente finden sich nur vereinzelt.

In Bezug auf die freien Scheiben an den Seitenwülsten sehr ähnlich mit der Larve von H. palliatus ist die Larve von Dryocoetes autographus Ratz., des Fichtenstockholzborkenkäfers, aber durch folgende Abweichungen im Gesamtcharakter leicht zu unterscheiden: Reihenweise Anordnung der Dornen findet sich ausser am Halsteil, bei der Entwicklung derselben aus den feinen Härchen, nirgends deutlich erkennbar an der ganzen Larve, sondern dieselben stehen durchwegs in zerstreuter Stellung.

Ueber den weiteren besonderen Charakter in der Besetzung ist zu bemerken, dass die Falten zwischen den Rückenwülsten auf den drei Brust- und den folgenden drei Hinterwülsten ziemlich weit an den Abhängen hinauf frei von Dornen sind.

Auf dem siebenten und achten reichen die kleinen Dörnchen wieder sehr tief hinab, während auf dem neunten, zehnten und elften die Besetzung auch mit grossen Dornen eine sehr spärliche ist und die hintere Hälfte der Wülste meist frei bleibt.

Auf den Bauchwülsten der sieben vorderen Abdominalsegmente stehen die langen, dünnen Dornen durch weite Zwischenräume von ihren seitlichen Nachbarn getrennt, dagegen nach vorne und hinten meist in Abständen, die kürzer als die Dornen lang sind.

Auf dem vorletzten Bauchwulst bilden sie sich rasch zu starken Dornen in dichter Stellung aus und diese Ausbildung

erreicht ihren Höhepunkt auf dem letzten Bauchwulst, wo die Dornen weitaus stärker sind, als auf allen übrigen Stellen.

Auf der Rückenseite ist dieser letzte Wulst nur um weniges verschieden von seinen Vorgängern. Diese starke Entwicklung der Dornen auf dem letzten Bauchwulst werden wir im folgenden bei den andern Tomicinen öfters finden.

Als dritte Art mit grossen nackten Platten auf den Seitenwülsten reihe ich die Larve von Ips (Tomicus) laricis Fabr. an, die aber noch eine dritte nackte Scheibe mit einem langen dünnen Haar in der Mitte auf der seitlichen Ausbuchtung der Rückenwülste, und zwar etwas schräg hinter und über dem Stigma hat.

Ferner lässt sie sich von den beiden vorigen durch eine ganz ursprüngliche Stufe in der Besetzung mit Dornen leicht unterscheiden. Am meisten fällt dies auf an den ganz schmalen mittleren Rückenwülsten des vierten bis neunten Segmentes, wo noch sehr kleine Dörnchen zu vielen in Reihengruppen am Rande einer gemeinsamen Basalplatte beisammenstehen. Dies ist aber nur im oberen mittleren Teil des Wulstes der Fall, nach der seitlichen Ausbuchtung zu gehen diese kleinen Reihen-Dörnchen allmählich in grössere einzeln stehende über. Auch auf den Kuppen der beiden anderen Rückenwülste finden sich nur selten grössere, einzeln stehende Dornen, viel häufiger Gruppen von zweien, dreien und vieren auf einer Basalplatte, und nach den Abhängen zu nimmt die Zahl der Dornen in einer Gruppe ebenso rasch zu, wie ihre Grösse ab.

Nur gegen die Seitenflächen zu treten Einzeldornen wieder häufig, wenn auch in Abständen von einander, auf. In den Falten zwischen den Wülsten ist die Haut in ziemlicher Ausdehnung frei von Dornen.

Schon auf dem achten Segment beginnen die Dornen überhaupt spärlich aufzutreten, wogegen im Verhältnis die Zahl der Einzeldornen zunimmt; dies steigert sich auf dem neunten, so dass der letzte Rückenwulst nur auf der Vorderseite noch mit etlichen Dornen besetzt ist, ebenso auf dem zehnten Segment, während auf dem elften und besonders auf dem zwölften wieder starke Einzeldornen in grösserer Zahl und engerer Stellung auftreten, sogar in der nächsten Umgebung der langen dünnen Haare, so dass die nackten Scheiben um diese herum fehlen.

Auf den breiten vorderen Bauchwülsten der vorderen acht Abdominalsegmente sind dagegen die Einzeldornen weitaus in

der Mehrzahl vorhanden, während merkwürdigerweise auf dem Bauchwulst des letzten Segments die Gruppen mit zwei Dornen überwiegen.

Vom letzten Rückenwulst des fünften Segmentes an beginnen an den hinteren Abhängen der beiden äusseren Rückenwülste nach vorn gerichtete Dörnchen aufzutreten; das Maximum wird erreicht auf dem siebenten Segment, und ihr Auftreten nimmt auf dem achten und neunten wieder rasch ab.

Sonst ist über die Richtung der Dornen noch zu sagen, dass, wenn diese auch im allgemeinen nach hinten gestellt sind, doch auf den Rückenwülsten und an ihren Seitenflächen viele Dornen zu finden sind, die nach oben oder unten oder in irgend einer schrägen Richtung stehen.

Als dieser Larve eigentümlich will ich noch einmal den Punkt hervorheben, dass hier im Gegensatz zu anderen Arten die Rückenwülste oben die ursprünglichere, die Bauchwülste dagegen die weiter vorgeschrittene Ausrüstung tragen. Vielleicht bewegen sich die Larven dieser Art, die in ihrer Lebensweise von den anderen abweichen, auch auf besondere Art.

Die Larven von Ips stenographus, dem grossen Kiefernborkenkäfer und von I. typographus, dem „Buchdrucker", „Fichtenborkenkäfer".

Ich komme jetzt zu zwei Arten Ips (Tomicus) sexdentatus Boerner und typographus L., bei deren Larven ich eine sehr weitgehende Uebereinstimmung in der Besetzung mit Dornen gefunden habe. Diese Gleichartigkeit kann nicht so sehr auffallen: Erstens sind die beiden Arten recht nahe mit einander verwandt, sexdentatus gewissermassen nur als grössere Form von typographus aufzufassen; aber wie wir oben bei M. piniperda und minor gesehen, dürfen wir der Verwandtschaft keinen allzugrossen Einfluss zuschreiben. Viel bedeutender sahen wir die Einwirkung, welche aus der Gangform resultiert, und in diesem Punkte haben wir zweitens eine ausserordentliche Aehnlichkeit: die Larvengänge von sexdentatus sind nur entsprechend dem Mehrmass an Grösse der Larve breiter und länger, sonst aber in Form und Verlauf ganz gleich mit denen von typographus. Diesem Umstand schreibe ich das meiste Gewicht als beeinflussendem Prinzipe zu. Nun sind aber die Holzarten, in denen die beiden Arten normaler Weise leben, verschieden: typographus lebt in

der Regel in der Fichte, sexdentatus in der Föhre, wenn nicht beide in selteneren Fällen die Holzarten tauschen. Aber ich bin nicht imstande, zu sagen, dass die vorgefundenen Unterschiede eine Folge des Lebens in verschiedenen Holzarten wären, sondern diese Abweichungen scheinen mir von einer verschiedenen Weise der Bewegung herzurühren.

Als Unterschiede zwischen beiden Arten glaube ich finden zu können, dass bei typographus die Dornen auf den Bauchwülsten etwas kräftiger sind und in geringeren Abständen sowohl nebeneinander, als in Reihen untereinander stehen, als bei sexdentatus; dagegen scheint sich auf den Rückenwülsten bei typographus eine ursprünglichere Anordnung erhalten zu haben, als bei sexdentatus, indem bei diesem die Dornen deutlich einzeln und zerstreut stehen, bei typographus aber vielmehr die Anordnung in Gruppen erkennbar ist und sich Einzeldornen in Reihen nur wenig gebildet zu haben scheinen.

Ich glaube, dass diese beiden Unterschiede mit einander in Beziehung stehen. Sexdentatus wird in erhöhtem Masse mit den Rückenwülsten arbeiten und die Bauchwülste nur ganz wenig eingreifen lassen, während typographus stärker die Bauchwülste beansprucht und deshalb die Rückenwülste weniger Arbeit zu leisten haben; daher ist auf diesen das ursprünglichere Stadium noch erhalten geblieben. Dies ist natürlich nur ein Schluss per analogiam.

Nachdem ich somit die Unterschiede zwischen den beiden Arten angegeben habe, will ich die Gesamt-Anordnung der Dornen, wie sie bei beiden gleich ist, kurz beschreiben, besonders soweit sie Unterschiede gegen die anderen Arten liefert. Ich nehme dabei hauptsächlich J. sexdentatus als Muster.

Der erste Brustring ist auf dem vorderen Abhang seines Rückenwulstes mit kleinen Dörnchen besetzt, welche die an dieser Stelle regelmässig vorkommende Entwicklung von Reihen bis zu einzelnen Dornen zeigen. Die Kuppe ist nackt, am Hinterrand stehen nur spärlich ganz wenige rudimentäre Dörnchen. Die folgenden Ringe zeigen auf ihren jedesmal zweien Rückenwülsten schon vollkommen den Charakter der folgenden Abdominalsegmente: An den Abhängen bis fast in die Mitte der Falte hinein kleine Dörnchen in Reihen, diese Dörnchen werden allmählich am Abhang hinauf immer grösser und sind auf der breiten Kuppe des Wulstes kräftige, kurze, aber sehr spitzige Dornen geworden, die auf einer grossen Basalplatte sitzen und

bei sexdentatus in der Mitte der Kuppe in deutlich zerstreuter Stellung auftreten. Vom vierten bis zum achten Segment ist die Besetzung der drei Rückenwülste jedes Ringes eine ziemlich gleichartige, wie oben geschildert, nur der mittlere Wulst zeigt die Dornen auch auf der Kuppe mehr in Reihen angeordnet.

Nach vorwärts gerichtete Dornen finden sich zuerst am hinteren Abhang des ersten Rückenwulstes vom sechsten Segment ganz spärlich, sind auf dem siebenten Segment schon am stärksten vertreten, besonders auf dessen mittlerem Wulste, den sie fast zur Hälfte einnehmen; auf dem achten Segment nehmen sie wieder ab.

Auf dem neunten, zehnten und elften Segment stehen dünne Dornen in weiten Abständen von einander, in Reihen angeordnet, die wieder um das doppelte bis vierfache der Länge der Dornen von einander getrennt sind. Basalplatten sind nicht zu erkennen. Erst auf dem Rückenwulst des zwölften Segmentes werden die Dornen wieder so stark als auf den mittleren Segmenten.

Auf den Seitenflächen der Rückenwülste stehen dünne Dornen reihenweise angeordnet in weiten Abständen von einander, ähnlich wie oben auf den Wülsten des neunten bis elften Segmentes.

Auf den beiden Seitenwülsten der Abdominalsegmente bilden die Reihen auf der Vorderseite deutlich konzentrische Halbkreise.

Von den Bauchwülsten ist der des ersten Brustringes nur an seiner vorderen Hälfte mit feinen Dörnchen besetzt, die rückwärtige ist nackt.

Der Bauchwulst des zweiten Brustringes dagegen trägt sehr starke kräftige Dornen in zerstreuter Stellung, die grösser sind, als die auf den Rückenwülsten. Auf dem dritten Brustring nehmen die Dornen an Grösse schon wieder bedeutend ab und erscheinen auf den folgenden sechs Segmenten nur als feine dünne Dörnchen, in weiten Abständen, aber deutlich in Reihen angeordnet.

Auf dem zehnten Segment beginnen sie wieder stärker zu werden, auf dem elften nehmen sie noch mehr an Grösse wie an Zahl zu und erreichen auf dem zwölften ihr Maximum. Sie sind hier ungefähr ebenso gross als auf dem zweiten Brustring, aber etwas mehr in Reihen angeordnet und innerhalb dieser ist eine gewisse Gruppierung unverkennbar. Bei T. typographus ist der

Unterschied zwischen der Besetzung der vordersten und hintersten Bauchwülste einerseits und der mittleren andererseits, wie schon oben bemerkt, nicht ganz so stark.

Hervorgehoben sei am Schlusse noch, dass hier zum ersten Male die starke Ausbildung der Dornen auf dem vordersten und hintersten Bauchwulste auftritt, die den meisten Tomicinen eigentümlich ist.

Die Larven von Ips curvidens, dem grossen Tannenborkenkäfer, und von Pityogenes chalcographus, dem sechszähnigen Fichtenborkenkäfer.

Von den Angehörigen der Gattung Tomicus Latr., (Ips Degeer.) stand mir leider nur noch die Larve von T. curvidens Germ. aus Weisstanne zur Verfügung. Diese stimmt mit den beiden vorigen Arten in der auffallend starken Besetzung der vorderen und hinteren Bauchwülste überein, doch sind im Verhältnis zur Kleinheit der Larve von T. curvidens die Dornen viel grösser als bei T. typographus, dafür aber die Zahl derselben auf dem gleichen Wulst viel geringer. Aber in der Ausbildung der Dornen ist ein grosser Unterschied vorhanden: zunächst erscheinen zwar die Dornen als wohl ausgebildete Einzeldornen, aber dann fällt die ziemlich regelmässige Anordnung in Reihen noch auf den Kuppen der Wülste auf, und schliesslich erkennt man, dass sich die Dornen bei dieser Larve meist noch auf der ursprünglichsten Stufe der geraden Reihen befinden.

Abgesehen von dieser reihenweisen Anordnung der Dornen weist die Larve von T. curvidens noch folgende Besonderheiten auf: Nur an den Grenzen der Segmente reichen auf den Rückenwülsten die Reihen mit den immer kleiner werdenden Dörnchen bis in die Falten hinab. An den Abhängen zwischen den Wülsten eines Segmentes hören am Rande der Kuppe die grossen Dornen fast ohne jeden Uebergang plötzlich auf, ein breiter Raum bleibt für die Faltung frei, und auf dem folgenden Wulst beginnt die Besetzung wieder plötzlich am Rande der Kuppe mit nur wenigen kleinen Dornen. Am Hinterabhang des letzten Wulstes am fünften Segment beginnen die nach vorwärts gerichteten Dörnchen aufzutreten, finden sich etwas zahlreicher am letzten Wulst des sechsten, siebenten und achten Segments. Auf dem siebenten trägt auch der schmale mittlere Wulst solche vorwärts gerichtete Dornen und am achten Segment bilden sie

auf diesem Wulst die Mehrzahl. Auf dem neunten Segment trägt nur noch der vordere Wulst eine ziemlich normale Besetzung mit Dornen, die beiden folgenden Wülste weisen nur noch einige Reihen ganz kleine auf; auf dem zehnten Segment sind die Wülste oben in der Mitte völlig nackt. Fast ebenso gering ist die Besetzung auf dem elften Segment, während das zwölfte wieder stärker entwickelte Dornen auch auf seiner Rückenseite aufweisen kann.

Ueber die Seitenflächen ist zu bemerken, dass auf den beiden Seitenwülsten kleine freie Scheiben sich befinden; ebenso ist hinter dem Stigma eine grosse Stelle von Dornen unbesetzt geblieben.

Von den Bauchwülsten ist der des ersten Segmentes mit vorne geräumig stehenden langen Dornen, der des zweiten und dritten Segmentes ebenfalls in seinem vorderen Teile mit starken und langen Dornen dicht besetzt, ohne dass sich eine Anordnung in Reihen erkennen liesse. Jedes Mal nach diesem Feld folgt eine breitere Zone mit ganz kleinen rudimentären Dörnchen in deutlichen Reihen. Die folgenden acht Abdominalsegmente haben jedes zwei Bauchwülste, der vordere breite mit starken, der hintere schmale mit rudimentären Dornen in Reihen angeordnet.

Auf dem vorletzten Ring nehmen die Dornen wieder an Grösse etwas zu und erreichen auf dem letzten ihre grösste Ausbildung an der ganzen Larve überhaupt.

Auffallend ist an dieser Larve, dass die Dornen auf den Rückenwülsten stets kürzer sind, als auf den grossen Bauchwülsten. Es scheint auch hier eine stärkere Beanspruchung der Bauchseite vorzuliegen.

Auf den ersten Anblick, in vielen Beziehungen der vorigen sehr ähnlich, ist die Larve von Pityogenes chalcographus L. Die Dornen erscheinen sehr deutlich in Reihen angeordnet (siehe Figur 42), aber bei genauerer Untersuchung tritt sofort ein grosser Unterschied gegen die Larve von T. curvidens hervor. Bei chalcographus ist nämlich die Tendenz zur Gruppenbildung eine sehr starke. Schon die ersten Stufen am Halsteil zeigen nur enggeschlossene Gruppen und bei der Weiterausbildung wächst die Gruppe zugleich mit der Zunahme der Dörnchen in ihr an Grösse, und dieses Stadium bleibt auf dem

Fig. 42.
Anordnung der Dornen bei der Larve von Pityogenes chalcographus L auf den drei Rückenwulsten des vierten Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

grössten Teil der Larvenoberfläche erhalten. Auf allen Rückenwülsten sieht man deutlich die Dörnchen in Gruppen von zehn bis fünfzehn in einer Reihe stehen, die meist eine ziemlich gerade Linie bildet, häufig aber auch schwach gekrümmt ist und dadurch diese Anordnung sehr auffallend und leicht erkennbar macht. Denn, wenn die Dornen in der Gruppe eine gerade Linie bilden und die Gruppen selbst wieder in geraden Linien nebeneinanderstehen, ist die Unterscheidung der Gruppen oft recht schwer, da auch innerhalb der Gruppe die Abstände der Dornen von einander nicht immer die gleichen sind.

Besser lässt sich diese Anordnung wieder auf den Seitenwülsten erkennen, wo häufig eine ganze Gruppenreihe von Dornen in der Richtung steht, die zur Funktion notwendig erscheint (siehe Figur 43), während bei andern Larven mit Einzeldornen an den Wölbungen stets allmähliche Uebergänge in der Richtung wahrzunehmen sind. Auf den grossen Fusswülsten an dem zweiten und dritten Brustring nehmen die Gruppenreihen an Zahl ihrer Dornen ab, und es finden sich hier Dornen, die zu dritt

oder zu zweit oder sogar einzeln ihre besondere Richtung haben.

Fig. 43.
Anordnung der Dornen bei der Larve von P. chalcographus L. auf dem Seitenwulst des vierten Abdominalsegmentes. Vergrösserung etwa 260 fach.

Viel besser ist diese Abnahme der Zahl und die Ausbildung von wenigen aber grösseren Dornen auf den Bauchwülsten der beiden letzten Segmente zu erkennen. Das vorletzte beginnt noch mit vielen kleinen Dornen in einer Gruppe, aber ihre Zahl nimmt allmählich ab, und am Hinterrrand stehen nur noch Gruppen von unter zehn Dörnchen. Dieser Prozess schreitet auf dem folgenden letzten Wulst noch weiter und wir finden hier Gruppen zu fünf, vier, drei Dornen in der Mehrzahl. Verschmelzungen bis auf zwei oder gar einen Dorn kommen nur selten vor.

Weitere Unterschiede gegen die Larve von curvidens und besondere Eigentümlichkeiten dieser Art im Vergleich zu andern sind noch folgende: Nach vorwärts gerichtete Dornen auf den hinteren Abhängen der Rückenwülste fehlen völlig; die Dornen auf den Rückenwülsten sind stärker als die auf der Bauchseite. Auf den Seitenflächen fehlen irgendwelche von Dornen unbesetzte Platten durchaus. Die Dornenreihen stehen ganz nah bis an das Stigma hin.

Auf dem zehnten und elften Segment ist der letzte Wulst zwar auf seiner hinteren Fläche nackt, aber im Ganzen nimmt in dieser Region die Besetzung mit Dornen nicht so stark ab wie bei curvidens.

Hiermit ist mein Material der r i n d e n b r ü t e n d e n

Borkenkäfer erschöpft, und ich komme nun zu den sogenannten Holzbrütern.

Die Larven der im Holze brütenden Borkenkäfer.

Von diesen, die allerdings nur wenige Arten umfassen, sind Larven sehr schwer zu erhalten, aber gerade sie interessierten mich sehr, da sie, soweit unsere Kenntnisse reichen, fast keine Gelegenheit haben, nennenswerte Ortsveränderungen auszuführen. Ich hatte deshalb die Hypothese aufgestellt, dass, wenn meine Theorie richtig wäre, sich bei ihnen gar keine oder nur ganz schwache Besetzung mit Dornen vorfinden müsse.

Bei den zwei untersuchten Tomicinen erwies sich diese Hypothese als richtig, bei der Larve von Platypus cylindrus traf diese Folgerung nicht zu. Aber von diesem Käfer, der bei uns in Deutschland viel seltener vorkommt als im Süden Europas, ist über Lebensweise und seine Frassfigur sehr wenig bekannt, so dass ich wohl aus der Besetzung mit Dornen wieder rückschliessend die Hypothese aufstellen könnte, dass die Larve in irgend einer Weise doch sich selbst Gänge fresse. Diese Vermutung wird, wie ich nachträglich sehe, bestätigt durch die Beobachtungen Georg's, die eine Mitwirkung der Larve bei Herstellung der Gänge annehmen lassen.

Ich behandle zuerst die Larve von Xyloterus lineatus Ol., des gemeinen Nutzholzborkenkäfers.

Die Lebensweise dieser Art sei kurz dargestellt, da sie zum Verständnis unbedingt notwendig ist. Der Mutterkäfer bohrt einen Gang senkrecht ins Holz, von diesem aus auch Seitengänge. An Boden und Decke derselben nagt er kleine Vertiefungen, in der er die Eier ablegt. Die Larve frisst nun von da aus, entsprechend ihrem Grössenwachstum, eine Höhlung, in der sie sich verpuppt. Diese Höhlung ist etwas grösser als der erwachsene Käfer. Wie weit sich die Larve dabei von dem Holz, wie weit von dem in der Höhlung wachsenden schwarzen Pilzrasen ernährt, ist nicht bekannt. Ortsveränderungen nimmt die Larve wohl sicher nicht vor.

Die Oberfläche der Larve wird also nicht mehr zur Leistung beansprucht, als dass sie eine stützende Wirkung ausübt, damit die Mandibeln beim Benagen den Widerstand des Holzes überwinden können. Da aber die Aushöhlung, welche die Larve während ihrer ganzen Entwicklungszeit herstellen muss, nur

3—4 mm lang ist und 1 bis höchstens 1½ mm im Durchmesser hat, so darf man wohl annehmen, dass die einzelnen Arbeitsleistungen recht geringe sind.

Die Untersuchung ergibt nun, dass die Larve auf ihrer Rücken- und Seitenfläche mit sehr kleinen feinen dünnen Dörnchen bewachsen ist, die in weiten Abständen von einander stehen, aber eine Anordnung in Reihen trotzdem deutlich erkennen lassen. Auf der Bauchseite sind nur die drei Brustringe mit solchen Dörnchen besetzt, die folgenden Bauchwülste weisen nur das allerursprünglichste Stadium auf, infolge der ausserordentlichen Kleinheit und Feinheit noch am deutlichsten am letzten Bauchwulst erkennbar: Ganz schwache bandartige Verdickungen des Chitins, an dessen Hinterrand (wie bei einem Kamm) ganz feine dünne Härchen in Gruppen eng beisammen sitzen. Die Spitzen der Härchen einer Reihe reichen auf diesem letzten Wulst bis zur Basis des nächstfolgenden, auf den anderen Segmenten stehen die Reihen viel weiter auseinander.

Die Untersuchung am Halsteil zeigt, dass die kleinen Dörnchen, wie sie auf den Rückenwülsten stehen, aus einer Verschmelzung der ganz feinen Härchen hervorgehen, die gruppenweise am Rande von feinen Leisten stehen. Auf dem Rückenwulst des ersten Brustringes ist eine grosse nackte Platte. Von da an ist die Anordnung der Dörnchen auf den nächsten fünf Segmenten ziemlich gleichmässig derart, dass in den Falten zwischen den Wülsten fast kein freier Raum bleibt, wohl aber hier die Dörnchen am kleinsten sind und bis auf die Kuppe etwa zur doppelten Grösse anwachsen. Am achten Segment fangen die Reihen an, grosse Abstände zu nehmen, dies steigert sich auf den folgenden, bis schliesslich oben auf dem letzten Rückenwulst die Dörnchen völlig fehlen und nur noch Gruppen von feinen Härchen zu finden sind.

Eigentümlich ist für diese Larve, dass die Dornen auf den Seitenwülsten im Verhältnis recht kräftig entwickelt sind, fast stärker als auf den Rückenwülsten, und dass diese Besetzung bis zum letzten Segment reicht und dabei, wenn auch nur schwach, im Verlaufe von vorne nach hinten an Stärke zunimmt. Auch das Auftreten von Muskelansatzplatten in der inneren Chitinlage an bei andern Borkenkäfern nicht vorkommenden Stellen, deutet darauf hin, dass diese Larve in ihrer Art der Bewegung in der Benützung der Seitenflächen von den anderen Borkenkäfern abweicht.

Als einen guten Beweis für die Richtigkeit meiner Theorie, dass die Chitinfortsätze, von denen die ganze Arbeit handelt, nur da ausgebildet werden, wo ein Bedürfnis vorliegt, und dass sie überall da fehlen, wo ein solches nicht vorhanden ist, betrachte ich die Larve von Xyleborus dispar. F., des ungleichen Holzbohrers.

Das Weibchen dieses Käfers legt im Holze Brutröhren in verschiedenen Richtungen an und setzt in der Mitte derselben die Eier haufenweise ab. Die ausgekrochenen Larven liegen nun, wie schon Eichhoff behauptet, und wie ich durch eigene Beobachtung bestätigen kann, hintereinander in einem solchen Gange und nähren sich von dem in grosser Menge abgesonderten Safte des Baumes oder von dem schwarzen Pilzrasen, der sich in diesen Gängen findet. Sie verpuppen sich auch an Ort und Stelle, und die fertig ausgebildeten Käfer findet man ebenfalls in einer Reihe hintereinander, den Gang völlig ausfüllend.

Die Larven nehmen also in ihrem ganzen Leben wohl kaum eine nennenswerte Ortsveränderung vor, sie haben auch nichts zu benagen, so dass sie irgend einen Rückhalt nötig hätten.

Die mikroskopische Untersuchung der Larvenhaut ergab nun, dass keine Bildung von Härchen oder Dornen, wie sie bei den anderen Borkenkäfern auftreten, vorhanden ist. Auch eine sehr intensive Fuchsinfärbung und die Beobachtung mit achthundertfacher Vergrösserung, der stärksten, die ich zur Verfügung hatte, liess keine Spur von einer noch so ursprünglichen Bildung erkennen. Die Oberfläche der Larve ist bis auf die wenigen langen dünnen Haare, die vielleicht als Tastborsten funktionieren, völlig nackt.

Im Anhange zu den Borkenkäfern sei noch kurz die Larve des zu der Familie der Platypodidae gehörenden Platypus cylindrus F. erwähnt, die in ihrem ganzen Habitus wie in ihrer Ausstattung mit Dornen stärker von den Larven der Borkenkäfer abweicht, und über deren Lebensweise noch nichts Genaueres bekannt ist.

Das Wichtigste, was über diese Larve zu sagen ist, wäre folgendes:

Der erste Brustring ist auf seiner Rückseite sehr stark aufgetrieben und oben mit einer starken ebenen Platte besetzt, die an ihrem Hinterrande eine doppelte kräftige Leiste entwickelt hat.

Dornen sind hier nur auf dem vorderen, hinteren und seitlichen Abhang vorhanden.

Der Bauchwulst dieses Segments ist auf seiner Kuppe mit etwa fünfzehn Reihen von Dornen besetzt, von denen die vordersten 3—4 Reihen eine allmähliche Zunahme von kurzen stumpfen Basalkegeln zu den ausserordentlich langen Dornen der folgenden neun Reihen zeigen. Diese Dornen der mittleren Reihen stehen ganz dicht nebeneinander und sitzen auf Basalkegeln, die halb so lang als der Dorn selbst sind. Die Reihen sind so eng hintereinander, dass die Spitze eines Dornes jedesmal bis über die Ansatzstelle eines Dornes auf seinem Basalkegel der übernächsten Reihe reicht. Auf dem Bauchwulst des zweiten Brustringes sind an den Seiten ebenfalls noch ziemlich starke Dornen vorhanden; auf dem dritten Brustring haben sie sehr an Grösse abgenommen.

Die Rückenwülste zeigen folgendes Verhalten: Das erste jedes Segmentes vom zweiten bis zum achten zeigt oben in seiner Mitte eine nochmalige Ausbuchtung, die mit stärkeren Dornen besetzt ist. Diese Ausbuchtung ist auf dem zweiten Segment noch ganz gering, nimmt dann fortschreitend an Grösse zu bis zum achten, wo sie etwa die Hälfte des ganzen Wulstes nach den Seiten hinunter zu einnimmt. Auf dem zweiten Ring fehlen die Dornen, dafür ist hinten eine kleine Leiste entwickelt, ähnlich wie sie sich am ersten Segment, wenn auch in viel grösserem Massstabe, befindet. Auf dem fünften, sechsten und siebenten Segment finden sich am rückwärtigen Abhang der Ausbuchtung auch nach vorwärts gerichtete Dornen, vom fünften bis zum siebenten allmählich zunehmend.

Am zweiten, dritten und vierten Segment ist hinter diesem ersten Rückenwulst nur noch einer deutlich ausgebildet, der mit schwachen Dornen in zerstreuter Stellung besetzt ist. Vom fünften Segment an sind jedesmal zwei Rückenwülste vorhanden, von denen der erste, also der mittlere des ganzen Segments nur mit feinen Härchen am Rande einer bogenförmigen Basalplatte, der zweite aber wieder mit schwachen Dornen in zerstreuter Stellung besetzt ist. Das neunte und zehnte Segment ist auf dem Rückenwulst nur mit ganz feinen dünnen Dörnchen besetzt; das elfte und zwölfte bilden durch Abfall ihrer Rückenwülste eine nach hinten gerichtete schräge Platte, die am elften Segment nackt ist, am zwölften in ihrem Mittelfeld aber mit kleinen Dornen, die gerade aus nach hinten stehen, besetzt. Ein sehr auffallender Unterschied gegen andere Borkenkäferlarven ist ferner, dass unterhalb des Stigma auf jedem Segment, vom vierten bis zum zehnten, fünf Seitenwülste ausgebildet sind, von denen, von

oben gezählt, der erste und der dritte am stärksten entwickelt sind und auf ihrer Kuppe durch Verdickung der Platten eine kleine Leiste ausgebildet haben. Sonst sind alle mit ziemlich kurzen Dornen reichlich besetzt. Ebensolche Dornen haben die vorderen Bauchwülste der Abdominalsegmente auf ihrer vorderen Fläche, mit etwas Andeutung von reihenweiser Anordnung.

Auf der hinteren Abdachung des ersten Bauchwulstes und auf der Kuppe des zweiten stehen Gruppen von undifferenzierten Härchen am Hinterrande ihrer Basalplatte. Am zehnten und elften Segment ist der vordere Bauchwulst in der Mitte der Kuppe nackt; am zwölften finden sich nur auf den vorderen Abhängen einige schwache Dornen. Die Larve von Platypus zeigt also im Gegensatz zu den übrigen Borkenkäferlarven eine grosse Mannigfaltigkeit in der Ausstattung mit Fortbewegungsorganen.

Auffallend ist bei den mittleren Segmenten das Abwechseln je eines mit Dornen und eines mit Härchen besetzten Wulstes, ferner das Auftreten von aus Verdickung der Platten gebildeten Leisten auf den Thorakalsegmenten und den Seitenwülsten, ferner die Ausbildung ganz starker langer Dornen auf der Bauchseite der ersten Segmente, und die Abplattung der letzten Segmente. Daraus und aus der Art der Dornen-Besetzung ist zu schliessen, dass die Larve eine ganz komplizierte Bewegungsweise hat und fast jede Region ihres Körpers in besonderer Weise dazu beansprucht. Hieraus lässt sich wohl der Analogieschluss ziehen, dass die Larve in hartem Eichenholze selbständige Gänge anlegt, und somit glaube ich auf einem anderen Wege zur Uebereinstimmung mit der Annahme Georg's gekommen zu sein und die Frage der Lebensweise des Platypus vielleicht doch einen Schritt der Lösung näher gebracht zu haben.

Larven von Rüsselkäfern (Curculionidae).

Ich muss mich jetzt bei den übrigen Gruppen der Forstinsekten, deren Larven in Holz oder Erde leben, vorläufig darauf beschränken, die allgemeine Tatsache zu konstatieren, dass bei allen diesen Larven, mögen sie auch verschiedenen Familien oder Ordnungen angehören, meistens ganz ähnliche Apparate vorhanden sind, welche demselben Zweck dienen, und ich kann da-

bei nur kurz auf neue Erscheinungen oder gut verwertbare systematische Kennzeichen hinweisen.

Die Larven der Pissodes-Arten.

Von diesen anderen Gruppen seien zunächst die Rüsselkäfer, und bei diesen zuerst die Pissodes-Arten behandelt, bei denen die Larven in ganz ähnlicher Weise leben als die der Borkenkäfer. Dementsprechend ist auch die Ausrüstung mit Dornen in hohem Grade ähnlich. Und der einzige, allen Pissodes-Arten, wenn auch in verschiedenem Grade gemeinsame Unterschied von den Borkenkäferlarven, ausgenommen Dendr. micans, ist, dass vom fünften bis zum neunten Segment die Dornen auf den Rückenwülsten von der Rücken-Mittellinie aus nach den Seiten hinunter zu gerichtet sind, also wie gescheitelt erscheinen. Dies ist am stärksten der Fall bei der Larve von Pissodes piceae, bei der es auch etwas genauer geschildert werden soll. Dann folgen in absteigender Reihe: Pissodes pini, notatus, piniphilus, harcyniae und scabricollis. Es sei jedoch hier noch einmal bemerkt, dass die Larve von Dendr. micans im übrigen eine ganz ausserordentliche Aehnlichkeit mit den Pissodes-Larven besitzt, und dass sich für alle Arten und alle Stadien gemeinsame Unterschiede nicht mit kurzen Worten aufstellen lassen. Ich stelle dies absichtlich in Vergleich zu der Tatsache, dass es mir bei den nahverwandten Borkenkäfern gelang, überall deutliche Speziesunterschiede festzulegen, während es mir nicht möglich ist, einen generellen Unterschied zwischen Dendroct. micans und den Pissodes-Arten zu finden. Ich bin der Ansicht, dass dies wieder dafür spricht, dass die Art der Lebensweise einen viel grösseren Einfluss auf die Art der Ausrüstung hat, als die Verwandtschaft. Denn wenn auch die Borkenkäfer vielleicht phylogenetisch von den Rüsselkäfern abgeleitet werden können*), so ist doch sicher die Verwandtschaft zwischen den Borkenkäfern untereinander viel grösser, als die zwischen Dend. micans und den Pissodes-Arten. Dagegen finden sich in Bezug auf die Lebensweise eine Reihe von Aehnlichkeiten: Beide kommen in Nadelhölzern vor, dies sei nur angeführt der Uebereinstimmung halber, da ich bisher noch nicht imstande war, einen durchgehenden Unterschied in der Art der Dornenbesetzung zwischen Laub- und Nadelholz bewohnenden Formen zu finden; zweitens erreicht die

*) Siehe auch Ganglbauer l. c. 310—311.

Larve von Dend. micans ungefähr die Grösse der Larven kleinerer Pissodes-Arten oder einer halbwüchsigen von den grossen Arten; drittens: beide befallen, worauf ich den Hauptwert legen möchte, ganz frisches lebendes Material. Gerlach hat nachgewiesen, dass z. B. die Fichte Gänge der Pissodes-Larven durch Korkbildung wieder vollkommen eingekapselt, also den Angriff überwunden hat, ebenso wie dieselbe Holzart die Angriffe von H. micans noch lange überleben kann; und ich habe schon bei Besprechung der Larve von D. micans die Vermutung ausgesprochen, dass die Anlage von Gängen in lebendem Material wohl eine viel grössere Arbeitsleistung erfordert, als die in abgestorbenem; und vieles in der Lebensweise von D. micans ist ja wohl nur Anpassung an das Befallen gesunden lebenskräftigen Materiales.

Im folgenden sei nur kurz die Art der Besetzung mit Dornen bei der erwachsenen Larve von Pissodes piceae Ill. aus Weisstanne angegeben, nicht bloss deswegen, weil ich von dieser Art über das reichste Material verfügte, sondern weil sie die grösste und, meiner Ansicht nach, von der Pissodes-Gruppe am höchsten ausgebildete Art ist; dies mag vielleicht daher kommen, dass die Larven von Pissodes piceae unter allen Verwandten die längsten Gänge machen.

Am Halsteil finden wir wieder die allmähliche Ausbildung von, in langen Reihen stehenden, undifferenzierten Härchen zu Einzeldornen. Das erste Segment hat einen völlig nackten Rückenwulst; am zweiten, dritten und vierten stehen auf den Rückenwülsten die Dornen noch ziemlich gerade aus nach hinten, während vom fünften bis zum neunten ungefähr gleichmässig folgende Anordnung derselben Platz greift (siehe Figur 44): In der Mitte des ersten Wulstes dieser Segmente stehen die Dornen gerade aus nach den Seiten hinunter, also etwa gegen das Stigma zu. Am Rande des vorderen Abhanges stehen sie nach hinten, am Rande des hinteren Abhanges nach vorne gerichtet, und von diesen beiden Extremen ändert sich die Richtung der Dornen allmählich so, dass sie bis zur Mitte der Kuppe beide die Richtung nach abwärts eingenommen haben. Auf dem mittleren Wulst stehen sie grösstenteils nach abwärts, und auf dem letzten Wulst ist das Verhältnis ungefähr wie auf dem ersten. Auf den Seitenteilen der Rückenwülste stehen sie wieder mehr nach hinten gerichtet. In der Ansicht von oben ist diese Scheitelung in der Mittellinie sehr gut zu sehen. Oben in der Rücken-Mittellinie

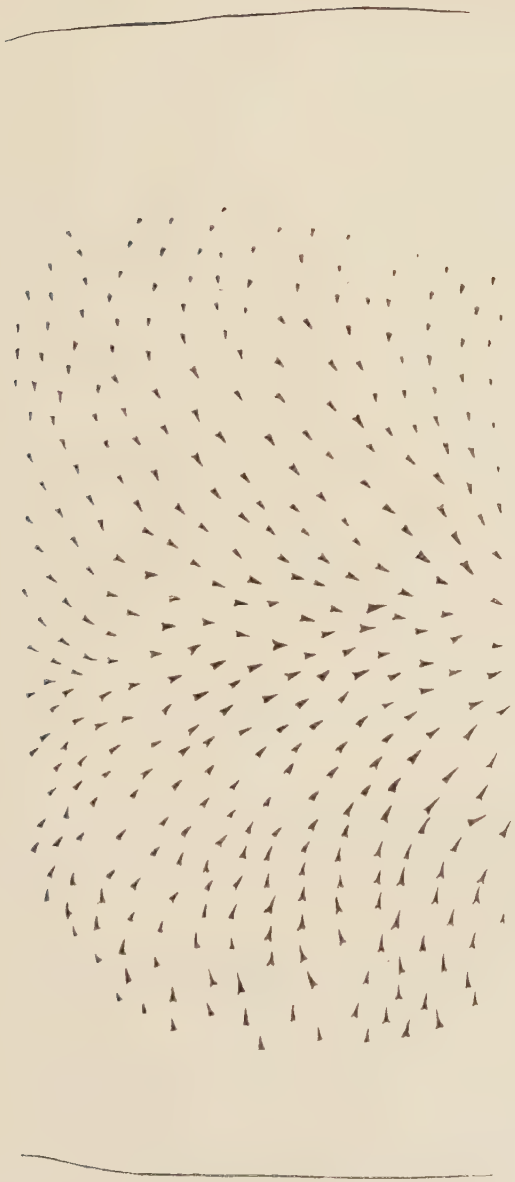

Fig. 44.
Anordnung der Dornen bei der Larve von Pissodes Piceae
auf dem ersten Rückenwulst des fünften Abdominalsegmentes.
Vergrösserung etwa 130 fach.
NB. — Die beiden Linien an den Seiten bezeichnen die Grenzen des Wulstes, links, vom Beschauer gerechnet, nach dem Kopfende, rechts nach dem Analende der Larve; die obere Grenze der Figur entspricht ungefähr der Rückenmittellinie.

stehen wenige Dornen von vorne und hinten einander gerade gegenüber; von dieser Mittellinie aus gehen die Richtungen nach links und rechts auseinander, am vorderen Abhang schräg nach

vorne, in der Mitte gerade seitwärts nach rechts oder links, und im Mittelpunkt bleibt ein etwas freier Raum.

Am neunten Segment beginnt die Besetzung mit Dornen schon schwächer zu werden, besonders auf dem letzten Wulst; auf dem zehnten nimmt sie noch mehr ab, indem von der Mitte aus nach rechts und links an den Seiten herab eine grössere Strecke auf den Rückenwülsten von Dornen frei bleibt. Auf dem elften Segment finden sich wieder wenige aber starke Dornen, und beim letzten ist der ganze Wulst ringsum mit sehr starken, kräftigen Dornen besetzt. Die Dornen auf dem Rückenwulst sind im allgemeinen kurz und kräftig, mit kleinen aber deutlichen Basalkegeln, sie stehen in zerstreuter Stellung und in den Falten zwischen den Segmenten bleibt ein breiter Raum frei.

Auf den Seitenwülsten sind die Dornen länger und dünner und zeigen oft infolge der Verschiedenheit der Richtung die spiralige Anordnung. Auf den Bauchwülsten stehen die Dornen durchwegs nach hinten gerichtet und lassen durch die sie verbindenden Leisten noch die stufenweise Anordnung erkennen, besonders deutlich auf dem zweiten Bauchwulst jedes Segmentes, wo die Dornen auch bedeutend kleiner sind. Sonst sind sie auf allen Segmenten ziemlich gleich gross und nur wenig länger und dünner, als auf dem Rücken. Nur auf den letzten beiden Bauchwülsten nehmen sie sehr an Stärke zu und werden dafür kürzer und mehr gekrümmt.

Die Larven der übrigen Pissodes-Arten sind dieser Larve sehr ähnlich, eine starke Abweichung zeigen nur die von Pissodes harcyniae und scabricollis, die beide eine viel geräumigere Stellung der Dornen aufweisen.

Die Larve von Hylobius abietis L., dem „grossen braunen Rüsselkäfer".

Bevor ich zur Schilderung der Dornenbesetzung übergehe, möchte ich kurz über die Bewegung der lebenden Larve einige Angaben machen.

Ziemlich ausgewachsene Larven von Hylobius abietis bewegen sich mit Vorliebe auf der Bauchseite liegend weiter, auf rauhen Flächen: Holz, Papier u. s. w. ziemlich gut, auf Glas recht schlecht. Legt man sie auf den Rücken oder auf die Seite, so drehen sie sich so um, dass sie auf den Bauch zu liegen kommen, und kriechen dann weiter. Jüngere Larven haben nicht so stark die Neigung, sich auf dem Bauche fortzubewegen. Die folgende

Beobachtung über die Art und Weise der Fortbewegung geschah an Larven, die ich auf ihre, von der Rinde befreiten Brutknüppel gesetzt, also unter möglichst natürliche Umstände gebracht hatte. Die Bewegungen erfolgen ungefähr in nachbezeichneter Reihenfolge:

Ausstrecken der Thorakalsegmente zugleich mit Heben des Kopfes verbunden: dann Senken des Kopfes mit Oeffnung der Mandibeln und Schliessung derselben, sobald sie die Unterlage berühren, gerade als ob sie sich zangenartig festbissen. Nachdem so vorne ein Halt geschaffen, erfolgt Einziehen der mittleren und besonders stark der letzten Abdominalsegmente und wieder Festsetzen derselben. Von da aus dann Vorwärtsstreckung der mittleren Segmente, wurmartig nach vorne verlaufend und mit dem Strecken und Heben der Thorakalsegmente endigend. Manchmal krümmte sich dabei die Larve derart, dass sie nur mit dem letzten Teil des Abdomens und den Mandibeln die Unterlage berührte; vielleicht suchte sie dabei Anlehnung an eine Decke, um auch die Rückenwülste in Funktion zu bringen.

Ueber die Besetzung mit Dornen ist folgendes Allgemeine zu sagen: Die Dornen sind durchwegs kurz und kräftig. Auf den Rückenwülsten sind die mit Dornen besetzten Felder, oder richtiger Streifen, sehr schmal, die freien Zwischenräume in den Falten daher sehr breit vom zweiten bis zum fünften Segment; auf dem sechsten beginnen die nach vorwärts gerichteten Dornen auf der hinteren Hälfte jedes Wulstes aufzutreten, und hier erstreckt sich der Dornenbesatz, die kleinen an den Abhängen mit eingerechnet, doch über den grössten Teil des Wulstes. Auf dem siebenten und achten Segment nehmen die nach vorwärts gerichteten Dornen noch mehr zu, während auf dem neunten und zehnten Segment Dornen überhaupt fast fehlen. Auf dem elften und zwölften treten wieder kleinere, durchwegs nach hinten gerichtete Dornen in grösserer Zahl auf.

Der Rückenwulst des ersten Segments ist mit einer sehr stark entwickelten Platte besetzt, die an ihrem vorderen Rande abermalige Verdickung aufweist. Auch die nächstfolgenden Segmente haben auf ihren Rückenwülsten grössere Flächen frei von Dornen, desgleichen sind die untersten Teile sämtlicher Rückenwülste frei, ebenso wie die Seitenwülste, die kleine Platten tragen. Von den Bauchwülsten sind die ersten und die letzten drei mit sehr kräftigen Dornen dicht besetzt.

Von allen bisher behandelten Larven ist die von Hylobius

abietis diejenige, welche die Einzeldornen am stärksten ausgebildet hat; es fehlt auch am Halsteil jede ursprünglichere Stufe, die Dornen sind hier nur sehr klein.

Vergleicht man aber ganz junge Stadien dieser Larve, so finden wir am Halsteil noch die undifferenzierten Härchen in Reihen, wir finden weiter auch noch ein viel stärkeres Ueberwiegen der Dornenbesetzung im Vergleich zu dem Auftreten der Platten. Diese zeigen sich besonders an den Seitenwülsten entwickelt, wo auch die langen dünnen Haare, die auf ihnen stehen, ziemlich stark und borstenähnlich geworden sind. Es zeigt sich also bei der Vergleichung der ausgewachsenen mit der jungen Larve ein Zurückweichen der Dornen und eine Zunahme in der Ausbildung der mit borstenartigen Haaren besetzten Seitenwülste.

Es scheint so, als ob bei zunehmender Grösse der Larve, und vor allem bei zunehmender Grobkörnigkeit und Lockerheit des Bohrmehls, wie es sich in den Gängen der Hylobius-Larven zeigt, die immerhin ziemlich kurzen Dornen nicht mehr den Ansprüchen gewachsen wären. Hier scheinen also die Haare beansprucht zu werden und dementsprechend an Stärke zuzunehmen.

Larven einiger anderer Rüsselkäfer.

Noch deutlicher können wir diese Veränderung sehen, wenn wir die Larven einiger holzbefressender aber in der Erde lebender Rüsselkäferlarven betrachten. Bei der Larve von Otiorhynchus niger F. z. B. sind die Haare schon viel stärker zu Borsten entwickelt, Dornen sind noch vorhanden, aber sie sind rudimentär, klein und schwach.

Noch stärker ist die Ausbildung der Borsten bei einer nahe verwandten Larve, der vom Otiorhynchus planatus Hbst. Bei dieser finden sich auf jedem Abdominalsegment auf der Bauchseite vier schwache kegelförmige, mit Platten bedeckte Wülstchen, die jedes eine Borste tragen; von den Seitenwülsten hat ebenfalls jeder einen solchen Kegel mit einer oder zwei Borsten, und auf den Rückenwülsten sind solche Wülste mit je einer, zwei oder drei Borsten vorhanden. Am stärksten und am meisten zusammengedrängt sind die Wülste mitsamt den Borsten auf den drei letzten Abdominalsegmenten.

Dornen sind vorhanden auf den Rückenwülsten vom zweiten bis zum siebenten Segment und ringsum auf dem letzten Seg-

ment, in sehr rudimentärer Form auf den Seiten- und Bauchwülsten aller Segmente.

Eine Rüsselkäferlarve, die einen noch höheren Grad der Ausbildung von Borsten zeigte, befand sich nicht unter meinem Untersuchungsmaterial.

Es würden sich hieran in Bezug auf Weiterausbildung der Borsten und Rückbildung der Dornen gewisse Larven der Lamellicornier, z. B. der Aphodius-Arten anschliessen, welche auf den Rückenwülsten eine noch grössere Zahl von Borsten, und auf der Bauchseite des letzten Abdominalsegmentes, infolge stärkerer Inanspruchnahme wie bei allen Lamellicorniern, sehr gedrängt stehende und besonders geformte Borsten besitzen. Als extremste Form haben wir dann die Larve des Maikäfers.

Nach dieser kleinen Abschweifung seien noch einige andere Rüsselkäferlarven, mit zum Teil ähnlicher, zum Teil ganz abweichender Form der Bedornung behandelt.

An die zuletzt besprochene würde sich am nächsten die Larve von Phyllobius psittacinus Germ. anschliessen, über deren Lebensweise demnächst Forstassistent Fuchs, dem ich auch die Larve dieser Art verdanke, seine Beobachtungen veröffentlichen wird. Bei dieser Larve, die ebenfalls in der Erde lebt, sind auf der Bauchseite und den Seitenwülsten die Borsten recht kräftig entwickelt, auf dem Rücken aber haben sich kräftige Basalhöcker, auf denen ganz stumpfe, kurze Dornen sitzen, gebildet. Ich möchte sagen, dass man bei dieser etwas kleinen Larve gewissermassen den Versuch sieht, durch stärkere Ausbildung der Basalhöcker das Bedürfnis zu befriedigen, nachdem die Dornen nicht genügen. Diese Basalhöcker mögen vielleicht bei einer solchen kleinen Larve genügen, bei den grösseren Rüsselkäferlarven sehen wir die Ausbildung von Borsten vorwiegen.

Den Pissodes-Arten sehr ähnlich in der Art der Besetzung, aber dem Hylobius abietis in der Form der Dornen, ist die Larve von Cryptorhynchus lapathi L.

Auf dem ersten Rückenwulst trägt sie eine grosse, auf den sämtlichen Seiten- und den drei ersten Bauchwülsten kleine Platten. Die übrige Oberfläche ist in ziemlich gleichmässiger Weise mit kurzen Dornen besetzt, welche auf dem Rückenwulst der mittleren Segmente in deren hinterer Hälfte die Richtung nach vorn aufweisen, auf dem Bauchwulst der mittleren Segmente und auf dem Rückenwulst des vorletzten am schwächsten und auf dem letzten Bauchwulst am stärksten entwickelt sind.

Sehr kleine Rüsselkäferarten, deren Larven zum Teil im Nadelholz leben, sind die Magdalinen. Es ist auffallend, dass deren Larven in ihrer Ausrüstung mit Dornen wieder ausserordentlich den Larven der Borkenkäfer nahestehen. Die Larven leben in schon ziemlich trockenem Material und verwandeln die ganze äussere Splint- und innere Rindenschicht in ein äusserst feines Bohrmehl. Dementsprechend zeigt sich hier wieder das Auftreten von feinen Dörnchen, welche, deutlich in Reihen angeordnet, zum Teil noch in Gruppen beisammen stehen, also noch nicht überall zur Stufe der Einzeldornen gekommen sind.

Als einzigen durchgreifenden Unterschied gegen die eigentlichen Borkenkäferlarven (die von Platypus cylindrus ausgenommen) könnte ich nur das Auftreten von sehr langen Dornen auf der Bauchseite des ersten Segmentes anführen. Sonst entspricht die Ausstattung der Larve durchaus dem Tomicinentypus: undifferenzierte Härchen am Halsteil, eine Platte am Rückenwulst des ersten Segmentes, die Rückenwülste der sämtlichen folgenden ziemlich gleichmässig mit Dornen besetzt, in den Falten die kleinsten sehr tief herabreichend, auf den Seitenwülsten schwächere und längere Dornen, auf den mittleren Bauchwülsten dieselben sehr kurz und deutlich in Reihen mit grösseren Abständen geordnet, auf den letzten Bauchwülsten etwas stärker entwickelt. Im ganzen ist die Besetzung etwas gleichmässiger, als wie bei den Borkenkäferlarven, was ich darauf zurückführen möchte, dass die Larve wohl viel gleichmässiger an allen Seiten von dem ganz feinen Bohrmehl umgeben ist, während die Borkenkäferlarven doch wohl mehr direkt die Rinde oder das Holz berühren, da sie doch meist jede für sich in einem gesonderten Gange leben.

Wir haben hier einen dritten Fall, der fast noch beweiskräftiger ist, als die Aehnlichkeit von Dendroct. micans und der Pissodes-Arten, für meine Behauptung, dass neben der Grösse, vor allem die Gleichartigkeit der Lebensweise, resp. des die Larven umgebenden Materials das für die Art der Ausrüstung und die Form der Dornen massgebende Prinzip ist. Denn Borkenkäfer und Magdalinus sind sicher in keiner Weise verwandt, aber trotzdem zeigen die Larven grosse Uebereinstimmung.

Als letzte der Rüsselkäferlarven sei die von Balaninus glandium Marsh. erwähnt. Diese hat eine ziemlich dicke Haut, welche auf den ersten Anblick völlig nackt erscheint. Erst

bei ganz genauer Untersuchung entdeckt man, dass sie ziemlich auf der ganzen Oberfläche mit Härchen besetzt ist, welche am Rande einer Basalplatte stehen und nur selten sich zur Bildung einiger kleiner Dörnchen erheben. Als hauptsächlichsten Grund für dieses Stehenbleiben auf ganz ursprünglicher Stufe glaube ich annehmen zu dürfen, dass die Larve in einem Material lebt, das durch seine Beschaffenheit und ganz besonders durch seinen hohen Gehalt an Nährstoffen eine grössere Ortsveränderung der Larve zum Zwecke der Nahrungsgewinnung unnötig macht: sie lebt in Eicheln und Haselnüssen und frisst diese zum Teil oder auch ganz aus. Vielleicht hat auch die Dicke der Haut und ihre starke Wulstung einen gewissen Einfluss.

Larven der Buprestidae, Prachtkäfer.

Die Larven der Buprestiden kann man nach ihrer Organisation in zwei Gruppen einteilen. Bei der ersten Gruppe ist der Prothorax sehr stark entwickelt, trägt auf Rücken- und Bauchseite eine starke chitinisierte Platte. Das letzte Segment ist stumpf, ohne irgend welche besondere chitinöse Fortsätze. Dazu gehören die meisten Arten; die Larven liegen meist in seitwärts gekrümmter Stellung in ihren Gängen.

Die zweite Gruppe bilden solche, deren Prothorax nur ein wenig stärker entwickelt ist, als die beiden folgenden Brustringe, aber kaum grösser als die mittleren Abdominalsegmente; er trägt auch eine stärker chitinisierte Platte oben und unten, die aber meist auch im Verhältnis kleiner ist, als bei den Larven der vorigen Gruppe.

Der wichtigste Unterschied aber ist, dass das letzte Segment zwei starke Chitinfortsätze hat. Zu dieser Gruppe gehören die Arten der Gattung Agrilus und Coraebus.

Von den Buprestiden-Larven kann man ebenfalls bei dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse die meisten Larven nur durch Zuchten bestimmen. Ich muss deshalb eine Anzahl solcher, die ich untersuchte, aber deren Art ich nur vermutungsweise angeben könnte, weglassen und will deshalb näher nur auf drei Arten eingehen, die ich sicher bestimmen konnte. Die Reihenfolge nehme ich nach der Entwicklung der Höcker auf den Thorakalplatten.

Erwähnt sei daher zuerst die Larve von Agrilus viridis L., die ich aus Buche erhalten habe und deren Art sicher durch Zucht des Käfers festgestellt wurde. Diese aufs äusserste

abgeplattete Larve liegt ganz gerade ausgestreckt zwischen Rinde und Holz in ihrem sehr flachen Gange. Sie hat hinten am letzten Segment zwei chitinöse Fortsätze, die etwas gegeneinander geneigt, lateral schwach gekrümmt aber glatt sind und medial auf der sich gegenseitig zugewendeten Seite sich durch zwei Abstufungen von vorne nach hinten zu einem stumpfen Ende verschmälern. Auf ihrer Innenseite sind sie ein wenig ausgekehlt. Sie ähneln dadurch dem Enddorn der Xiphydria dromedarius in seiner Profilansicht. Sie sind wohl ebenso wie dieser recht gut geeignet, durch Einsetzen und Festpressen in das Bohrmehl der Larve hinten die erforderliche Stütze für ihre das Holz benagende Tätigkeit zu geben, wenn auch die Wirkungsweise durch ihre paarige Anordnung eine andere sein wird.

Wir haben hier also das Hauptorgan für die Fortbewegung hinten am letzten Segment. Die theoretische Forderung ginge nun dahin, dass die Fortbewegungsorgane auf den anderen Teilen des Körpers jedenfalls, wenn auch vielleicht mit Gradunterschieden, geringer entwickelt sind als bei den Buprestiden-Larven, welche kein solches Endorgan besitzen. Diese Hypothese wird nun tatsächlich bestätigt. Es folge nun die nähere Beschreibung der Larve von Agrilus viridis.

Das erste Segment hat ober- und unterseits je eine Platte, die mit chitinösen Fortsätzen besetzt ist. Aber diese Platte ist noch nicht scharf begrenzt und in ihrer Ausrüstung nicht streng unterschieden von der übrigen Oberfläche desselben Segments. Ich will auch hier wieder die allmähliche Ausbildung der Fortsätze kurz schildern (siehe Figur 45).

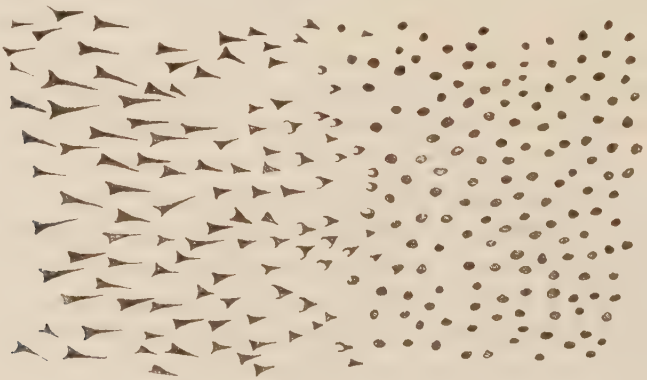

Fig. 45.

Uebergang von den Dornen am Halsteil zu den Höckern auf der Thorakalplatte bei der Larve von Agrilus viridis L. Ausschnitt ungefähr in der Mittellinie des Körpers an den Grenzbezirken von Halsteil und Thorakalplatte. Vergrösserung etwa 260 fach.

Am vorderen Rande des Halsteiles stehen wohlentwickelte Dornen von ganz ähnlicher Form und Grösse, wie wir sie bei einigen Borkenkäfern, z. B. Dend. micans, kennen gelernt haben. Je weiter nach hinten nimmt zuerst die Basalplatte an Dicke zu und wird so zu einem Basalkegel. Im weiteren Verlauf stumpft sich der Dorn auf diesem Basalkegel allmählich ab, während der Kegel immer mehr zunimmt. In der Randzone vor der Platte war es mir nicht mehr möglich, eine Grenze zwischen Dorn und Basalkegel zu konstatieren. Auf der Platte befinden sich dann schliesslich nur mehr kurze, stumpfe, kegelförmige Höcker, die in der Mitte derselben am stärksten entwickelt sind. Wir haben hier einen sehr schönen allmählichen Uebergang zu verzeichnen. Dabei ist noch zu bemerken, dass die Dornen bei diesem Prozess der Verdickung und Verkürzung zugleich allmählich die ursprüngliche spitzwinkelige Stellung aufgeben, wobei ihr Winkel zur Hautoberfläche immer stumpfer wird, bis sie schliesslich oben auf der Platte ziemlich senkrecht und gerade aufwärts stehen.

Auf der Platte tritt aber noch eine neue Erscheinung auf. Ihre stumpfen Höcker haben eine, wenn auch nicht sehr deutliche Anordnung in krummlinigen Reihen angenommen, und innerhalb dieser sich wieder zu Gruppen von zweien, dreien, vieren vereinigt, aber bei dieser Larve nur so weit, dass die Abstände zwischen diesen Gruppen ein klein wenig grösser sind, als die Abstände der Höcker in einer Gruppe untereinander. Durch ganz feine Grenzlinien angedeutet, erkennt man auch, dass die Basalhöcker der Dornen einer Gruppe, wenigstens an ihrer Basis, mit einander verschmolzen sind zu einem gemeinsamen Felde, das von dem der nächsten Gruppen getrennt ist. Einzelne grössere Höcker, die allein auf einem solchen Felde stehen, lassen den Schluss zu, dass sie vielleicht durch Verschmelzung zweier kleiner entstanden sind. Zu beiden Seiten und hinter der Platte finden sich in allmählichem Uebergang immer schwächer werdende Dornenhöcker in wachsenden Abständen; ebenso auf den beiden folgenden Brustringen.

Die folgenden Abdominalsegmente sind bis auf wenige Spuren von rudimentären Dornen völlig glatt. Da am vorderen und besonders am hinteren Ende starke Organe zur Fortbewegung ausgebildet sind, so kann man wohl annehmen, dass die mittleren Ringe von dieser Tätigkeit befreit sind und deshalb auf ihnen auch keinerlei Organe ausgebildet wurden.

Anders ist es bei den Larven, denen die Fortsätze am letzten Segment fehlen.

Ich behandle zuerst die Larve von Chrysobothrys affinis F. aus Eiche.

Am Halsteil haben wir ebenfalls wohlentwickelte Dornen, ebenso an den beiden Seiten der Thorakalplatte. Die Grenze um die Platte ist sehr scharf zu ziehen und diese selbst ist mit Höckern verschiedener Form und Grösse, sämtlich mit scharfem hinterem Rande besetzt.

Die Höcker sind an den Seitenwänden am kleinsten und ähneln hier ungefähr kurzen, schrägen, zugespitzten Zapfen. Hier sind die Grenzen der Basalfelder noch ziemlich deutlich zu ersehen und lassen erkennen, dass meist ein grosser Zapfen, in seltenen Fällen auch zwei etwas kleinere auf einem Felde stehen. Diese Zapfen wären also wohl als homolog mit den aus mehreren verschmolzenen Höckern auf der Platte von Agrilus viridis zu betrachten.

Mehr gegen die Mitte der Platte zu nehmen die Höcker die Form von quer zur Längsachse stehenden Wällen mit scharfem Hinterrand an; je näher der oberen Mittellinie, desto länger und höher der Wall. Nur am Vorderrande der Platte sind noch die Grenzen der Basalfelder zu erkennen, wobei sich zeigt, dass ein Wallhöcker immer auf einem Basalfelde steht. Die Wälle stehen in Reihen zumteil neben, zumteil schräg hinter einander. Die folgenden Segmente, mit Ausnahme des zweiten Brustringes, der wahrscheinlich noch zu sehr unter dem Einfluss des grossen ersten steht, haben sämtlich in ihrer Mitte, oben und unten, zwei Felder unregelmässiger Begrenzung mit kräftigen spitzen Dornen, ähnlich denen am Halsteil, besetzt. Die Grösse dieser Felder ebenso wie die Stärke der Dornen nimmt allmählich von vorn nach hinten ab, und auf dem letzten Segment fehlen sie völlig. Ebenso finden sich an den Seitenflächen der Segmente Dornen in zerstreuter Stellung.

Eine reiche Ausstattung mit Dornen hat die Larve von Chalcophora mariana L. aus Kiefer. Bei ihr lassen die Höcker auf der Thorakalplatte in keiner Weise mehr die Ausbildung aus Dornen erkennen. Es sind unregelmässige Höcker, von denen aus nach allen Seiten Leisten auslaufen.

Das zweite Segment steht wohl noch unter dem Einfluss

des ersten und trägt in seiner vorderen Hälfte nur ganz feine Dornen, an der hinteren stärkere.

Auf dem dritten und vierten Segment stehen in der Mitte Felder mit starken kräftigen Dornen, die nach hinten deutlich begrenzt sind von nackten Flächen. An den Seitenflächen der vier ersten Segmente stehen Dornen in zerstreuter Stellung. Alle folgenden Segmente sind ziemlich gleichmässig oben, unten und an den Seiten mit Dornen besetzt, die in den Furchen zwischen den Segmenten am kleinsten und feinsten, allmählich an Stärke und Grösse zunehmen bis auf die mittleren Felder; im ganzen erreichen sie aber hier auch keine besondere Stärke.

Spezielle Versuche über die Bewegungen grösserer lebender Larven konnte ich leider nicht machen. Aus der Organisation rückschliessend und auf Grund früherer Beobachtungen möchte ich nur folgende Erklärung versuchen:

Die Hauptleistung hat das gewaltig ausgedehnte erste Thorakalsegment zu übernehmen. Die Bewegung desselben erfolgt, wie ich mich früher an lebenden Larven überzeugt habe, mit bedeutendem Kraftaufwand, indem es sich nach oben und unten ausdehnt, dabei also die obere Platte gehoben, die untere gesenkt und so beide fest an Decke und Boden des Ganges gepresst werden. Hierdurch wird der erste Brustring unverrückbar im Holze festgestellt, und von diesem Stützpunkt aus können die Mundteile ihre benagende Tätigkeit beginnen. Der Kopf ist nämlich tief in den ersten Brustring eingezogen, kann aber auch vorgestreckt werden. Ist nun so viel weggenagt, dass der Brustring wieder vorgerückt werden muss, um die Mandibeln an neues Futter hinreichen zu lassen, dann erst werden die Abdominalsegmente in Tätigkeit treten und werden, indem sie, sich kontrahierend, mit ihren Dornen in das Bohrmehl eingreifen, den nötigen Rückhalt für das Vorwärtsschieben des gewaltigen Brustringes bieten. Dann werden die beiden Platten wieder fest angepresst und die Arbeit der Mandibeln beginnt von neuem.

An die beiden Gruppen der Buprestiden lässt sich gut die Behandlung zweier Gruppen von Larven anderer Käferfamilien anschliessen, die im Prinzip ihrer Ausrüstung denen der beiden Buprestiden-Gruppen sehr ähnlich sind.

Larven der Cerambycidae, Bockkäfer.

An die Gruppe der Larven mit den stark entwickelten Pro-

thorakalplatten möchte ich die Larven der Bockkäfer, Cerambicidae anschliessen. Diese haben insofern eine gewisse Aehnlichkeit, als bei ihnen sich ebenfalls auf der Rücken- und Bauchseite stärker chitinisierte Platten, oder wenigstens ziemlich deutlich begrenzte Felder entwickelt haben, auf denen sehr kräftige Dornen oder meistens Höcker stehen.

Diese höckertragenden Platten sind zwar in der Regel auf dem Prothorax am stärksten entwickelt, aber auch auf den folgenden Segmenten, wenn auch in schwächerer Ausbildung, vorhanden.

Die Entwicklung des Prothorax erreicht niemals den extremen Grad wie bei den Buprestiden.

Da ich bei dieser Gruppe, den Bockkäferlarven, keine neuen Gesichtspunkte gefunden habe und die Besetzung der Platte mit Höckern schon lange bekannt und zumteil auch schon für die Systematik, z. B. von Perris in seinen Larves des Coleoptères, ausgenutzt worden ist, so kann ich mich darauf beschränken, nur allgemein anzugeben, was ich bei Anwendung meiner Methode an neuen Resultaten gewann. Ausserdem verfügte ich bei den Bockkäfern zwar über sehr reiches Untersuchungsmaterial, aber davon war nur ein geringer Teil sicher zu bestimmen.

Wie oben erwähnt, ist die Besetzung der Platten mit Höckern schon bei Beschreibungen in Betracht gezogen worden; es konnte dies aber nur bei solchen Larven geschehen, bei denen, wie z. B. bei der Larve von Saperda carcharias L., diese Höcker solche Grösse angenommen haben, dass sie durch ihre gelbliche Färbung schon bei einer genauen Betrachtung der Larve in toto mit der Lupe auffallen müssen. Durch Anwendung meiner Methode ist es aber auch möglich, bei den Larven, bei denen die Höcker zu schwach entwickelt sind, als dass sie die gelbliche Färbung des stark verdickten Chitins zeigten, dieselben zu erkennen und nach ihrer Form und Anordnung die Art genau zu beschreiben; ausserdem zeigt sich, ob und in welchem Masse und in welcher Weise die übrige Oberfläche der Segmente mit Dornen besetzt ist.

Hierdurch, sowie durch Verschiedenheit in Grösse, Form und besonders Anordnung der Höcker auf den Platten, lassen sich eine Menge systematisch verwertbarer Unterschiede gewinnen, auf die ich aber im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingehen will.

Gehen wir in der Beschreibung des allgemeinen Charakters von den Larven mit weniger spezialisierter Ausrüstung aus, z. B. von einer Rhagium-Larve, so finden wir an den Seitenflächen Dornen in zerstreuter Stellung, ungefähr in der Grösse wie bei Dendroctonus micans. In den Falten zwischen den Ringen fehlen sie ganz, an den Abhängen stehen sie in Reihen angeordnet und in grossen seitlichen Abständen von einander. Sie sind hier entsprechend der geringeren Inanspruchnahme kleiner und feiner. In der Mitte der Segmente sind bei diesen Larven auf den Abdominalsegmenten keine ebenen Platten vorhanden, sondern starke Auswulstungen gebildet, die mit kräftigen, kurzen, stumpfen Dornen, die ziemlich senkrecht zur Oberfläche stehen, besetzt sind. Meist sind diese Auswulstungen paarig und ähneln so am ersten den Stümpfen von Bauchfüssen, wie wir sie bei anderen Larven trafen; vor und hinter diesen Wülsten ist in der Mitte das Segment nackt, an den Seitenrändern lässt sich häufig ein sehr allmählicher Uebergang von den kleineren Dornen an den Seitenflächen zu den starken stumpfen auf diesen Wülsten verfolgen.

Auf den letzten beiden Segmenten fehlen meist solche Auswulstungen, hier sind nur in der Mitte die Dornen etwas stärker entwickelt, als an den Seitenflächen.

Im allgemeinen nehmen die Wülste von den hinteren Segmenten nach den vorderen an Grösse zu, die Einsenkung zwischen beiden wird geringer, und auf den beiden hinteren Brustringen haben sie sich vereinigt zu einem grossen Wulst. Die Dornen werden in demselben Verlaufe allmählich immer kürzer, dicker und dadurch stumpfer. Auf dem ersten Brüstring, der grösser ist, als die beiden letzten, sind die Dornen in der Mitte nur mehr ganz kurze, stumpfe Höcker. Auf der Rückenseite ist an den Brustringen die Ausbildung der Dornen viel stärker, als auf der Bauchseite. Auf dieser sind drei Paare kleiner Beinchen vorhanden, die sicher einen Teil der Arbeitsleistung bei der Fortbewegung übernehmen; dadurch werden diese Ringe auf der Bauchseite wohl weniger beansprucht, und die Folge ist eine geringere Ausbildung der Dornen. Bei dieser Larve liess sich also noch deutlich die Entstehung der Höcker aus Dornen durch allmähliche Uebergänge nachweisen.

Das Extrem dieses Typus der Ausrüstung unter den Bockkäferlarven zeigt die Larve von Saperda carcharias L., des grossen Pappelbockkäfers. Bei dieser Larve sind nur noch

an den untersten Rändern der Abhänge, an der Grenze zu den nackten Streifen in den Falten rudimentäre Dornen erhalten; dafür trägt jedes Segment auf seiner Rücken- wie Bauchseite in der Mitte ein Feld, das mit sehr starken, stumpfkegelförmigen Dornen verschiedener Grösse besetzt ist. Um diese Dornen herum ist durch feine Grenzen das Basalfeld zu erkennen, und man ersieht dabei, dass von den kleinen zwei bis drei auf einem Felde stehen, von den grossen meist bloss einer. Es tritt aber hier schon wieder die Erscheinung auf, dass sich mehrere Dornen mit ihren Basalfeldern wieder durch grössere Abstände von anderen zu Gruppen zusammenschliessen. Am stärksten sind diese Dornen auf dem Prothorax entwickelt und zwar nur auf der Rückenseite.

Zum Schlusse möchte ich noch kurz meine Beobachtungen über die Bewegungsart der lebenden Bockkäferlarven dartun, da hierdurch die Art der Ausrüstung mit Dornen und Höckern sich leicht erklären lässt.

Die Tiere (Larven aus der Gattung Rhagium) auf rauhe Oberfläche, aber in freier Ebene gesetzt, bewegten sich folgendermassen weiter: Sie hielten sich mit den Thorakalsegmenten fest, kontrahierten die Abdominalsegmente, stellten die vorletzten wieder fest, und von diesem Stützpunkt aus streckten sie dann den ganzen Körper wieder allmählich, indem sie von hinten nach vorn jedes Segment, eines nach dem andern, wieder ausdehnten. Dann fassten sie wieder vorne festen Fuss und der ganze Prozess begann von neuem. Die mittleren Segmente wirken dabei mit, indem sie sich, nach erfolgter Kontraktion, beim Ausstrecken sofort wieder festhalten und damit sowohl beim Nachziehen als beim Vorschieben unterstützend mitwirken.

Da die Larven oben am Rücken nicht, wie in ihrer natürlichen Umgebung, bedeckt waren, eine Decke aber, vielleicht um auch an ihr Gelegenheit zum Anpressen der Rückenseite zu erhalten, suchten, so stellten sie sich öfters auf, indem sie, nur am Thorax und am Abdominalende den Boden berührend, den Rücken krümmten.

Larven aus anderen Familien der Coleopteren.

An die andere Gruppe der Buprestiden, die Agrilus-Larven, mit Fortsätzen am letzten Segment, reihe ich die Larven der den Buprestiden nahe verwandten Elateren an. Diese leben in alten Stöcken, Mulm und Erde. Als Mittel zur Fortbewegung

stehen ihnen zur Verfügung drei Paar wohlentwickelte Beine, die an allen Gliedern mit starken Fortsätzen wie ein Rechen besetzt sind und somit vorzügliche Grabbeine abgeben. Sie können sich auch auf glatter wie auf rauher Fläche schon mit alleiniger Zuhilfenahme der Beine gut vorwärts bewegen. Am letzten Segment tragen sie am hinteren Rande mehrere Höcker, die von vorn nach hinten an Grösse allmählich zunehmen, und deren letzter, oder bei paariger Anlage die beiden letzten am stärksten sind. Bei der Larve von Lymexylon dermestoides habe ich die Ausbildung der stärksten aus mit ihren Nachbarn gleich grossen nachgewiesen. Es ist zu vermuten, dass hier eine Analogie vorliegt.

Diese Ausrüstung des letzten Segmentes dient jedenfalls auch dem Zweck der Fortbewegung, indem sie der langen und schmalen Larve hinten einen Stützpunkt beim Einbohren und Weitergraben liefert. Die übrigen Segmente sind völlig glatt.

Die systematische Bedeutung der in den verschiedensten Formen auftretenden Höcker, „Enddornen", die mit der Lupe gut erkennbar sind, ist schon von Schioedte erkannt und in seinem Werk De Metamorphosi eleutheratorum ausgenutzt worden. Ich kann daher darauf verzichten, auf diese Larven näher einzugehen.

Ganz ähnliche, aber stets paarige Fortsätze am letzten Segment haben auch die Larven von Arten aus der Gattung der Pyrochroa, die in Holz und Rinde leben. Ihre Beine sind ganz einfach und ohne jede Besetzung mit Dornen, dafür sind die Fortsätze am letzten Segment bedeutend stärker als bei den Elateren. Um die Analöffnung herum findet sich eine Leiste, die mit starken aber kurzen Dornen besetzt ist. In der Form der Endfortsätze habe ich drei verschiedene Arten konstatieren können, die vielleicht den drei Arten dieser Gattung entsprechen; doch war eine Bestimmung, welcher Art jede einzelne Form zugehört, nicht möglich.

Eine weichhäutige Larve, die nach demselben Typus gebaut ist, haben wir in der von Clerus formicarius L.

Diese trägt ebenfalls drei Beinpaare und hinten zwei stumpfe Fortsätze, die mittleren Segmente sind bis auf zahlreiche lange, dünne Haare völlig nackt. Diese Larve lebt in den Gängen von Borken-, Bock- und Rüsselkäfern, deren Larven sie anfrisst. Es ist unwahrscheinlich, dass sie sich selbständig Gänge in die Rinde bohrt, doch hat sie sich natürlich durch das Bohrmehl

hindurch zu arbeiten, um zu ihrer Beute zu gelangen. Dazu werden die Beine und die kurzen Enddornen wohl ausreichend sein.

Die Larven der Laufkäfer (Carabidae), die sich zumteil auch in der Erde bewegen, gehören ebenfalls zu diesem Typus; sie haben wohlentwickelte Beine und hinten verschiedene Fortsätze in verschiedener Zahl, die wohl auch die Fortbewegung unterstützen. Die Leibesringe sind vor allem auf der Oberfläche stark chitinisiert und, soviel ich gefunden habe, stets ohne besondere Fortsätze.

Die starke Chitinisierung bei den Elateren- und Carabiden-Larven wird wohl eine Art Schutz gegen Feinde darstellen, da diese Larven auch gelegentlich nahe an die Oberfläche kommen, doch gehört das nicht zum Thema dieser Arbeit.

Von den Carabiden sind jedoch die Larven der Gattung Cicindela ganz besonders abweichend organisiert: Diese Organisation wird man wohl als Folge ihrer abweichenden Lebensweise auffassen können. Sie begeben sich gar nicht auf die Oberfläche der Erde, sondern leben in kleinen, selbst gegrabenen Röhren und lauern dort auf vorbeikommende Tiere.

Dementsprechend sind nur Kopf und Prothorax mit dickem, hartem Chitin bedeckt, der zweite und dritte Brustring schon schwächer chitinisiert, und die folgenden Abdominalringe sind bis auf kleine Rudimente von Platten, die aber in derselben Anordnung stehen wie bei den freilebenden Carabiden-Larven, weichhäutig. Die Larve bewegt sich in ihrer Röhre vorwärts und rückwärts, d. h. sie zieht sich zurück, wenn von aussen eine Störung erfolgt, und sie kommt hervor, wenn sie Beute vermutet. Sie kann sich auch in ihrer Röhre festhalten, und ist aus diesen Gründen oft nicht ganz leicht zu fangen. Untersuchen wir ihre Ausrüstung daraufhin, so finden wir am vorletzten und besonders am letzten Wulst eine Anzahl starker, steifer Borsten, die nach hinten gerichtet sind. Die Oberfläche der beiden Wülste ist mit kurzen Dörnchen besetzt, die am Vorderrande des vorletzten Wulstes deutlich in Reihen angeordnet sind und innerhalb dieser in Gruppen zu vielen stehen. Je weiter nach hinten, desto mehr nimmt die reihenweise Anordnung sowie die Zahl der Dörnchen in einer Gruppe ab, dafür nimmt ihre Grösse zu. Gegen Ende des letzten Wulstes sind die Dornen, die einzeln oder zu zweien stehen, in der überwiegenden Mehrzahl. Alle Dörnchen stehen

direkt nach hinten. Umgekehrt ist es auf dem Rückenteil des achten Segmentes. Hier steht hinter den auch auf den anderen vorkommenden Rückenplatten jedesmal eine zweite Platte, die einige starke nach vorne gerichtete Borsten, einen kleinen kegelförmigen Zapfen und einen sehr grossen ebenfalls nach vorne gerichteten Haken trägt. In der Umgebung dieser beiden grossen Fortsätze stehen ganz kleine Dörnchen, die ebenfalls der Hauptsache nach nach vorne gerichtet sind. Die Bedeutung dieser verschiedenen Organe ist leicht ersichtlich: Die Borsten an den beiden letzten Ringen dienen der Larve bei der Vorwärtsbewegung in der Röhre. Die nach vorne gerichteten Fortsätze in der Mitte des Körpers ermöglichen es ihr, sich in ihrer Röhre festzuhalten, wenn sie herausgezogen würde; sie unterstützen wahrscheinlich auch die Rückwärtsbewegung, zu der die Larve, wenn sie eine widerstrebende Beute mit hinein zu ziehen sucht, jedenfalls viel Kraft braucht. Dass der zur Rückwärtsbewegung dienende Apparat auf der hinteren Hälfte des Rückenwulstes eines mittleren Abdominalsegmentes steht, hat seine Analogie bei Larven von Borken- und Rüsselkäfern in den nach vorwärts gerichteten Dörnchen, die ebenfalls auf der hinteren Hälfte der Rückenwülste der mittleren Abdominalsegmente stehen. Infolge der Krümmung der Larve ist diese Region wahrscheinlich diejenige, an der solche nach vorne gerichtete Fortsätze die stärkste Wirkung ausüben können.

Dieser Larve fehlen völlig die starken Fortsätze am letzten Segment, wie sie die Larven der Carabiden und anderer Gruppen haben; vielleicht steht dies in Beziehung zu der Rückwärtsbewegung.

Ueber die Ausbildung des grossen Hakens kann ich nichts Genaueres angeben, da Uebergänge fehlen und ich Jugendstadien, die vielleicht einen Aufschluss hätten geben können, nicht besass. Ich will nur bemerken, dass sich an den beiden Stellen zunächst überhaupt zahlreiche chitinöse Fortsätze verschiedener Grössen und Formen entwickelt haben und dass ferner sämtliche, die kleinsten wie die grössten, dieselbe Richtung zeigen.

Ich hatte auch nur Larven einer Art zur Verfügung, so dass es mir nicht möglich war, aus vielleicht vorkommenden Variationen Schlüsse zu ziehen.

Larven von Neuropteren, Netzflüglern.

Im Anschluss an diese Larve möchte ich nur kurz an die

Larven der Köcherfliegen, Phryganiden erinnern, die an ihrem letzten Segment zwei grosse Haken haben, mit denen sie sich in ihren Köchern sehr fest zu halten imstande sind. Bei dieser Larve sind die ersten vier und das letzte Segment dicht mit Dornen besetzt. Am Thorakalteil der Larve sind die Dornen am ersten Ring am stärksten ausgebildet und werden von da aus nach hinten auf den folgenden Ringen immer schwächer, bis zuletzt, vom fünften Segment an, nur mehr ganz feine Härchen am Rande einer Leiste zu sehen sind. Auf dem vorletzten nehmen sie wieder zu und erreichen auf dem letzten Ring wieder eine ziemliche Grösse. Dabei zeigt sich immer wieder der jetzt schon in vielen Fällen konstatierte Verlauf: Ausbildung von Gruppen in Reihen, Abnahme der Zahl der Haare oder der Dörnchen z. T. durch Verschmelzung von Nachbarn bei gleichzeitig vermehrtem Grössenwachstum.

Die Larve nimmt keine andere Bewegung in ihrem Köcher vor, als ihr Vorderteil zurückzuziehen oder vorzuschieben. Dabei scheinen die mittleren Segmente kaum einen Teil an der Funktion zu haben, und hier sind deshalb die Fortsätze auf der ursprünglichsten Stufe stehen geblieben; ihr Verbleiben verursacht hier wohl auch keinerlei Störung.

Vorne und hinten aber wird sicher eine Beanspruchung eintreten, besonders bei dem Bestreben der Larven, sich in ihrem Köcher festzuhalten zum Schutz gegen feindliche Angriffe. Dazu dienen in erster Linie natürlich die beiden grossen Haken am letzten Segment, wohl aber auch die vielen kleinen Dornen. Diese stehen zwar meist radial von der Oberfläche ab, können aber auch dadurch wohl eine gewisse Wirkung ausüben; nur auf dem Vorderteil der Larve an den Stellen, wo sich grosse Einzeldornen entwickelt haben, sind sie energisch nach vorne gerichtet.

Auf einigen Seitenwülsten finden sich auch lange, am Ende gebogene Dornen.

Es ist aber hier nicht mehr Raum, auf diese Larve näher einzugehen. Ebenso sei hier nur kurz erwähnt, dass die Larve von Myrmeleon formicarius L., dem Ameisenlöwen, welche im Sande lebt und sich hauptsächlich rückwärts bewegt, auf den Abdominalsegmenten mit starken, langen, nach vorne gerichteten Borsten besetzt ist.

Ich habe diese Larven, obwohl sie nicht direkt zu den Forst-

insekten gehören, doch herangezogen, um an ihnen zu zeigen, dass die Ausbildung der Chitinfortsätze, die in irgend einer Weise zum Unterstützen einer Bewegung verwendet werden, überall die gleiche ist und dass sie stets in einer der Bewegung entgegengesetzten Richtung erfolgt, eben weil sie als Stützen verwendet werden.

Larven von Lepidopteren, Schmetterlingen.

Die in Holz lebenden Larven von Lepidopteren sind zwar auch an ihrer Oberfläche mit ganz kleinen rudimentären Dörnchen oder deren Basalplatten bedeckt, die aber für irgend eine nennenswerte Funktion wohl kaum in Betracht kommen können. Sie sind zwar an manchen Stellen und besonders bei jüngeren Stadien etwas stärker entwickelt, so dass eine gewisse Mitarbeit nicht ganz auszuschliessen wäre, aber diese Larven bewegen sich hauptsächlich mit ihren sogenannten Kranzfüssen fort. Diese sitzen auf der Bauchseite der vier mittleren Abdominalsegmente und unter dem Namen Nachschieber am letzten Ring.

Meiner Auffassung nach sind diese sogenannten Bauchfüsse nichts anderes als stark entwickelte Bauchwülste, die auf ihrer Kuppe starke hakenförmig gekrümmte Chitinfortsätze tragen.

Ich weiss, dass diese Auffassung nicht neu ist: ich möchte hier nur aufs neue auf die Analogien hinweisen: Wir haben bei manchen Larven von Borken- und Rüsselkäfern z. T. paarige Bauchwülste, die mit etwas stärkeren Dornen besetzt sind, als ihre Umgebung, wir haben bei der Larve von Lymexylon dermestoides am letzten Segment grosse Bauchwülste, auf denen von einer Anzahl Höcker beim jüngsten Stadium nur mehr einige krumme Haken bei den älteren übrig geblieben sind. Wir sahen ferner, wie sich an den Stellen stärkster Funktion auch stark entwickelte Chitinfortsätze in besonderen, jedesmal der Funktion angepassten Formen entwickelten, die sich einige Male durch Analogien auf einfache Höcker, Dornen und Haare zurückführen liessen, und wir konstatierten wiederholt, dass beim Auftreten solcher besonders starker Bildungen die einfachen Formen mehr oder weniger rudimentär blieben, da ihre Funktion von den grossen übernommen wurde.

Da die Schmetterlingslarven in ihrer grössten Mehrzahl freileben, also nur mit der Bauchseite die Umgebung berühren, so haben die Bauchwülste (abgesehen von den Brustbeinen) die

Arbeit der Fortbewegung zu leisten und auf ihnen entwickeln sich die Fortsätze deshalb auch am stärksten, und wiederum je nach den Ansprüchen in verschiedenem Masse und verschiedenen Formen.

Bei den Raupen einer Apfelgespinnst-Motte, Yponomeuta sp., die sich auch nur auf ganz zartem Gespinnst fortbewegen, tragen die „Bauchfüsse" nur einfache Dornen, die nicht sehr viel stärker als diejenigen sind, welche die ganze Oberfläche der Larve gleichmässig überdecken.

Bei der Larve von Cossus cossus L. (ligniperda F.), dem Weidenbohrer, sind die Fortsätze auf den Bauchwülsten sehr starke, lange, schmale, an beiden Enden hakenförmig gekrümmte Bildungen. Diese Larve lebt nagend im Holze und hat deshalb jedenfalls einen viel stärkeren Apparat zur Fortbewegung nötig.

Ich möchte auch annehmen, dass sich bei den Larven der Yponomeuta-Arten die kleinen Dörnchen auf der ganzen Oberfläche des Körpers wohl deshalb in etwas stärkerer Weise ausgebildet haben, als bei andern Larven, weil sie vielleicht noch einen gewissen Anteil an der Aufgabe, sich im Gespinnt festzuhalten, erfüllen können.

Viel mehr als die Larven der Schmetterlinge sind bemerkenswert in der Besetzung mit Dornen die Puppen der Arten, bei denen diesem Stadium der Metamorphose die Aufgabe zufällt, sich aus einem sicheren Versteck soweit herauszubewegen, dass der zarte Falter die Freiheit gewinnen kann.

Es sind dies die Puppen der Cossus- und Sesia-Arten, sowie zahlreicher Kleinschmetterlinge.

Diese Ausrüstung der Puppen gehört zwar streng genommen nicht in den Rahmen des Themas, sei aber doch, der Analogie halber, hier kurz berührt. Die Puppen von Cossus und Sesia, ebenso die von Tipuliden, welche sich in faulem Holze entwickeln, zeigen an ihren Abdominalsegmenten Kränze von Höckern verschiedener Grösse; dass sie diese zum Herausbewegen benützen, ist schon lange bekannt.

Auch die Puppen von Kleinschmetterlingen haben ganz ähnliche Einrichtungen, z. B. die von Grapholitha strobilella L., deren Raupe in Fichtenzapfen lebt. Bei dieser finden sich auf der ganzen Oberfläche der Abdominalsegmente dieselben Dornen, jeder auf seiner Basalplatte sitzend, wie wir sie

jetzt schon bei so vielen Larven antrafen. Auch hier ist wieder als Regel zu konstatieren: am Vorder- und Hinterrande des Segmentes die kleinsten und ursprünglichsten Bildungen, häufig mehrere Dörnchen am Rande einer Basalplatte.

Zum vorderen Kranz, der aus den grossen Dornen mit Basalkegeln und in der Mitte aus Höckern besteht, erfolgt die Zunahme sehr rasch, und einzelne zwischenstehende Dornen mittlerer Grösse machen den Uebergang deutlicher. In der Zwischenzone, zwischen dem ersten und zweiten Kranz, ist der Uebergang viel allmählicher; die Dornen des zweiten Kranzes sind kleiner als die des ersten und doch deutlich als grosse Dornen zu erkennen. Wir haben also hier bei Puppen, welche infolge der Lebensweise der Larve und der Unfähigkeit des Imago's einen Teil der Fortbewegung übernehmen müssen, genau dieselben Organe und in ähnlicher Anordnung wie bei den Larven.

Larven von Dipteren, Zweiflüglern.

Es gibt eine Reihe von Dipteren-Larven, welche in Erde oder morschem Holz leben. Leider ist über diese Larven noch viel weniger bekannt als über die anderer Insektengruppen; ich kann daher an dieser Stelle wieder nur darauf aufmerksam machen, dass sich auch bei ihnen durch Anwendung meiner Methode systematische Unterschiede wohl sicher feststellen lassen, und durch kurze Beschreibung einiger Formen dies beweisen. Bei diesen Larven, meist zu den Tipuliden gehörig, ist die Gliederung in Segmente kaum angedeutet; sie zeigen keine Querwulstung, sondern sind scheinbar von vorne bis hinten glatt, sie bewegen sich, wie ich mich bei lebenden überzeugte, ungefähr wurmartig. Dementsprechend ist auch die Ausrüstung eine sehr einfache: die ganze Körperoberfläche ist mit Härchen dicht besetzt; diese stehen in Querreihen zur Längsachse des Körpers, an manchen Stellen deutlich in Gruppen abgesondert, an anderen Stellen etwas mehr zerstreut. Die Härchen sind im Verhältnis zu denen anderer Larven ausserordentlich gross und stark.

Das Erhaltenbleiben dieser ursprünglichen Stufe auf der ganzen Oberfläche führe ich darauf zurück, dass bei der Gleichmässigkeit der Oberflächengestaltung dieser Larven keine Region der Oberfläche gegenüber anderen besonders stark beansprucht wird, sondern die Arbeitsleistung über die ganze Oberfläche ziemlich gleichmässig verteilt ist, jeder Teil der Oberfläche also

in ziemlich gleichem Grade mitwirken muss. Eine weitere Ursache dafür wird wohl die Ausstattung des Abdominalsegmentes mit verschiedenen kürzeren und längeren, zum Teil gekrümmten Zapfen sein, die wohl auch einen Teil der Fortbewegungsarbeit leisten.

Allgemein ist über die Ausrüstung dieser Larven noch folgendes zu sagen: An den Stellen geringen Durchmessers der Larve, z. B. hinter dem Kopf, sind die Härchen am längsten. Auf den Leibessegmenten ist die Anordnung im allgemeinen die, dass am Vorderrande des Segmentes die Härchen am kürzesten sind, dann allmählich bis über die Mitte hinaus an Grösse zunehmen; am hinteren Rande des Segmentes stehen die Härchen nach vorwärts auf einem Streifen, der von den vorderen Segmenten zu den hinteren an Breite zunimmt. Auf Bauch- und Rückenseite der Larve ist die Anordnung ziemlich die gleiche, immer in Reihen; an den beiden Seitenflächen stehen die Härchen in zerstreuter Stellung, sie sind hier am grössten. Soweit in der Nähe Ausbildung von Gruppen stattgefunden hatte, war eine allmähliche Abnahme der Zahl der Härchen einer Gruppe wahrzunehmen, bis schliesslich nur mehr eines übrig blieb. Ein Verschmelzen konnte ich jedoch nicht beobachten. Auf den rückwärtigen Abhängen der Wülste findet sich eine Zone nach vorne gerichteter Härchen.

Bei anderen Larven, denen von Bibioniden, zeigt sich wieder eine ganz abweichende Ausrüstung: hier waren keine Härchen zu finden, sondern die ursprünglichste Form waren Basalplatten mit kleinen Dörnchen in der Mitte. Die Basalplatten waren alle deutlich von einander getrennt und hatten zackige Ränder. Da bei diesen Larven eine Einteilung in Segmente viel deutlicher und demnach die Wölbung stärker war, so mussten hier wohl infolge stärkerer Inanspruchnahme auf der Kuppe der Wülste grössere Organe ausgebildet werden. Nun findet man auf den Kuppen der Segmente zahlreiche Basalhöcker mit mehreren Dornen an ihrer Oberseite, dazwischen immer noch kleine Platten mit einem Dorn und alle Uebergänge zwischen den beiden Extremen.

Es ist möglich, dass diese Basalhöcker mit mehreren Dornen die Verschmelzungsprodukte sind von soviel Basalplatten, als sie Dornen tragen. Bei den zahlreichen Uebergängen ist nämlich

immer zu erkennen, dass die Basalplatte mit zwei Dornen eine grössere Oberfläche bedeckt, als die mit einem, die mit dreien wieder grössere, als die mit zweien und so fort. Es kommen dann Basalhöcker mit neun oder mehr Dornen vor.

Zugleich ferner mit dem Wachstum des Basalhöckers nehmen aber auch die Dornen an Grösse, vor allem an Länge zu. Dies ist die Stufe beim Jugendstadium der Art, bei den älteren Larven hat schon wieder der Prozess der Rückbildung der Zahl eingesetzt unter stärkerem Grössenwachstum. Hier sind die Basalhöcker, welche mehrere Dornen tragen, in der Minderzahl gegenüber denen, welche nur mehr einen starken kegelförmigen Fortsatz tragen, aber man kann noch ganz gut die Uebergänge verfolgen. Bei vier Dornen an einem Höcker sind die zwei mittleren die grössten, die seitlichen kleiner; bei drei Dornen ist der mittlere der stärkste, die beiden Nachbarn in allen Graden rudimentär. Es kommen dann auch noch zwei Dornen auf einem Höcker vor, von denen einer gewöhnlich ein kleiner ist. Bei fünf Dornen, die aber selten auftreten, ist gewöhnlich der mittlere der kleinste. Wir haben also hier eine ähnliche Erscheinung, wie wir sie bei H. crenatus beobachten konnten.

Ganz kurz möchte ich noch auf die Larve einer Coenomyia hinweisen, welche auf den Segmenten völlig glatt ist, an ihrem Rande aber starke Höckerbildungen besitzt. Von diesen zeigen die stärksten eine merkwürdige Uebereinstimmung mit den Höckern, aus denen die Kranzfüsse der Cossus-Arten gebildet werden. Sie entstehen, wie durch zahlreiche Uebergänge zu konstatieren ist, durch Verbindung zweier in entgegengesetzter Richtung gestellter Höcker mit einander durch eine sie verbindende Leiste. Da diese Bildungen ebenfalls rechts und links von der Mittellinie symmetrisch auftreten, so erscheint die Analogie um so deutlicher.

Auf die zahlreichen verschieden geformten Höckerbildungen bei den Gastrus- und anderen parasitären Larven, die sich damit festhalten und fortbewegen, will ich, da hier andere Verhältnisse vorliegen, nicht näher eingehen. Auch diese Bildungen sind durch meine Methode deutlich zu erkennen und zur Bestimmung zu benützen.

Auch die Larven von Musciden, die in faulenden tierischen Stoffen leben und sich in diesem nassen glatten Medium äusserst schnell fortbewegen, aber auch auf Glas, Porzellan und weniger gut auf Holz oder sonstigen rauhen Oberflächen vorwärts

schaffen können, haben Dornen und Höcker an bestimmten Stellen ihrer Segmente. Ebenso die Tachinen-Larven, welche, nachdem sie die Raupe verlassen, sich in der Erde eingraben und sich dort verpuppen. Es ist aber bei all' diesen Larven der grösste Teil des Körpers ohne Fortsätze und die Dornen sitzen nur an den Rändern der Segmente.

Larven von Hymenopteren, Hautflüglern.

Von den Hymenopteren seien zunächst kurz die Larven der Wespen erwähnt. Diese haben an der Oberfläche sehr kleine Dornen, an manchen Stellen auch noch die ursprünglichere Stufe der Basalplatten mit Gruppen von feinen Dörnchen an ihrem Rande.

Den stärksten Grad der Ausbildung und die dichteste Besetzung zeigt die Larve der Hornisse, Vespa crabro L., Diese Larven haben zwar keine Fortbewegung zu leisten, aber sie müssen sich in ihrer Zelle, die nach unten geöffnet ist, doch festhalten, und hierzu dienen ihnen jedenfalls diese Dörnchen, die zu einem Teile direkt nach vorne, zum Teil radial abstehend, zum Teil auch nach hinten gerichtet sind.

Von den Hymenopteren leben ganz im Holze die Larven der Holzwespen, Siricidae. Als hauptsächlichstes Fortbewegungsorgan haben sie den sogenannten Enddorn an ihrem Hinterleibsende, der bei den drei im Nadelholz vorkommenden Arten nach dem gleichen Prinzip gebaut ist: Ein langer, nach den Seiten meisselförmig zugespitzter Höcker, auf der Unterseite abgerundet, auf der Oberseite mit zwei rauhen Höckern an seiner Basis und zwei kleineren, den Enden zweier Leisten, vor der Mitte; von diesem Paar Höcker bis zur Spitze ist er oberseits etwas ausgekehlt. An den Seiten hat er kurz vor der Spitze zwei löffelartige Vertiefungen.

Nachdem also bei dieser Larve ein besonderes Organ am Hinterende ausgebildet ist, war von vornherein anzunehmen, dass sich auf den übrigen Segmenten keine besonders hoch ausgebildeten Organe zur Fortbewegung finden würden, da das Endorgan wohl schon den grössten Teil der Arbeitsleistung auf sich genommen. Und tatsächlich finden sich bei den Larven der Sirex-Arten die ursprünglichen Stufen, besonders die Basalplatten mit Härchen und Dörnchen an ihrem Rande in so ausgedehntem Masse vertreten, wie bei keiner anderen von mir untersuchten Larvengruppe.

Selbst bei den grössten Larven, wie der von Sirex gigas, treten keine höheren Bildungen als die Einzeldornen auf, und diese nicht einmal in besonderer Grösse.

Aus dem schon angegebenen Grunde gehe ich nicht näher auf die Beschreibung der einzelnen Arten ein und verzichte auch auf die genauere Schilderung der Gruppierung und der Formen der Dornen und ihrer Vorstufen, obwohl sich gerade bei diesen die Ausbildung sehr gut beobachten lässt.

Es sei nur kurz das Allgemeine darüber angegeben: Am Halsteil der Larve findet sich wieder die Ausbildung der ursprünglichsten Stufe: undifferenzierte Härchen in Reihen und innerhalb dieser in Gruppen angeordnet, deren allmähliche Ausbildung zu Einzeldornen sehr gut zu verfolgen ist. Auf den Rückenwülsten beginnt die Besetzung mit Dornen auf dem dritten Segment und bleibt ungefähr die gleiche bis zum drittletzten. Auf diesem nimmt sie stark ab, und auf den beiden letzten fehlt sie vollkommen, jedenfalls infolge der Ausbildung des Endorgans, weshalb an diesen Stellen wohl keine funktionelle Beanspruchung vorliegt. Die Anordnung ist derartig, dass die erste Hälfte des Wulstes von den ursprünglichen Stufen in allmählicher Ausbildung eingenommen wird, während im dritten Viertel die Einzeldornen auftreten, von vorn nach hinten an Grösse zunehmend und das letzte Viertel, als in die Faltung hineinfallend, völlig unbesetzt bleibt. Auf der Bauchseite sind die ursprünglichen Stadien noch weit mehr in der Ueberzahl, Einzelheiten fehlen auf dem ersten Segment hier überhaupt und treten erst auf dem letzten in grösserer Zahl auf. Sowohl auf der Rücken- wie Bauchseite ist sehr deutlich die reihenweise Anordnung zu erkennen.

Am stärksten ist die Besetzung mit Dornen entwickelt auf dem allerdings kräftig ausgebildeten Seitenwulst; hier stehen die Dornen auch meist in zerstreuter Stellung, hier finden sich kräftige grosse Dornen, die auf den vorderen Segmenten am stärksten ausgebildet sind.

Bei der Larve von Sirex gigas verschwinden in der Umgebung des Endorgans die Dornen von den Basalplatten und den -Kegeln, und diese entwickeln sich in der Umgebung von einzelnen Borsten zu starken Zapfen mit vielhöckeriger Oberfläche.

Ein viel komplizierter gebautes Endorgan als die drei Nadelholzwespenlarven hat die Larve von Xiphydria dromedarius Fabr. (Siehe Fig. 1, 2, 3 und 4, Seite 4 und 5.)

Dieses Organ scheint mir vermöge seiner Konstruktion durch die Ausbildung von viel mehr Mulden und Leisten in hohem Grade geeignet, die Funktion in viel höherem Masse zu erfüllen, als der verhältnismässig einfache Dorn der Sirex-Arten. Damit bringe ich in Zusammenhang, dass die Oberfläche der Xiphydria-Larven in viel geringerem Masse mit Dornen besetzt ist. Nur die Bauchwülste weisen überhaupt Dornen in grösserer Zahl auf, die ganze übrige Oberfläche der Larve, die Seiten- und besonders die Rückenwülste sind mit ganz dünnen Basalplatten bedeckt, die an ihrem Rande mit den feinen Härchen oder Dörnchen in verschiedenen Stadien besetzt sind; nur wenige Einzeldornen treten danach auf, am meisten noch auf einigen Seitenwülsten (siehe Figur 46).

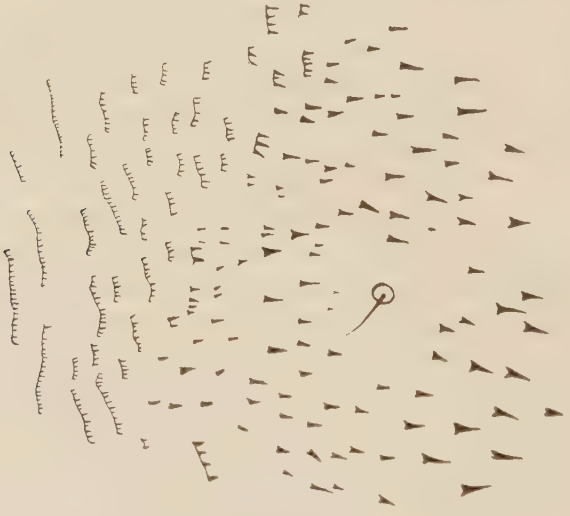

Fig. 46.

Uebergang der in Reihen stehenden undifferencierten Härchen zum Einzeldorn auf dem vorderen Abhang des Seitenwulstes am fünften Abdominalsegment der Larve von Xiphydria dromedarius Fabr.

Vergrösserung etwa 260fach.

Ich glaube, dass die hohe Ausbildung des Endorgans die übrige Körperoberfläche derart entlastet, dass hier überhaupt eine funktionelle Beanspruchung nur in ganz geringem Masse stattfindet und daher auf dem grössten Teil der Hautoberfläche die Fortbewegungsorgane auf einer sehr ursprünglichen Stufe stehen bleiben.

Nachdem ich so wieder zu der Larve zurückgekehrt bin, von der meine Untersuchungen ihren Ausgang genommen hatten, schliesse ich meine Mitteilungen über dieses Thema vorläufig ab.

Zusammenfassung
der Ergebnisse.

Im folgenden sei noch eine kurze Zusammenfassung der Resultate der ganzen Arbeit gegeben.

I.

In Bezug auf die systematische Verwertbarkeit glaube ich mein Urteil dahin zusammenfassend äussern zu können, dass durch Anwendung meiner Methode in vielen Fällen die Möglichkeit gegeben sein wird, an Larven genauere Art-Unterschiede festzustellen, welche bei bisheriger Betrachtungsweise keine Unterschiede aufwiesen und deshalb meist an und für sich unbestimmbar waren und, wenn überhaupt, nur durch Berücksichtigung von allerlei Nebenumständen die Zugehörigkeit zu einer Art, Gattung oder sogar Familie folgern liessen. Dies gilt besonders für die Larven aus den Familien der Borkenkäfer, Rüsselkäfer, Bockkäfer, Buprestiden, Siriciden u. a. m., zumteil auch der Lamellicornier, bei denen die Beschreibung sich häufig auf die Worte beschränkte: „Larve nach dem Typus der Familie oder Unterfamilie gebaut". Für die Borkenkäfer, wo sich die Larven nach Frassbild oder Mutterkäfer bestimmen liessen, habe ich sichere Unterschiede für die 23 von mir untersuchten Arten nachgewiesen; bei den Lamellicorniern, wo ich meist nur über unbestimmbares Material verfügte, musste ich mich darauf beschränken, auf die verschieden vorkommenden Formen in Ausbildung und Anordnung der Chitinfortsätze hinzuweisen; und bei den übrigen Gruppen musste ich mich, um diese Arbeit nicht allzu umfangreich werden zu lassen, vorläufig damit begnügen, für

einzelne besonders wichtige oder typische Arten das Vorhandensein solcher chitinöser Fortsätze, und das Bestehen von Unterschieden in ihrer Form und Anordnung nachzuweisen. Untersucht wurden im ganzen 90 Arten, die meisten in zahlreichen Exemplaren, wenn möglich verschiedener Herkunft und verschiedener Altersstadien.

II.

Die Ergebnisse meiner Untersuchung für die morphologische Bedeutung der Fortsätze, welche den Larven zur Fortbewegung dienen, habe ich bereits am Anfange dieser Abhandlung etwas ausführlicher zusammengefasst, hier seien deshalb nur kurz die wichtigsten Resultate wiedergegeben:

Ich unterscheide folgende Formen von zur Fortbewegung dienenden Fortsätzen der Chitinhaut bei Insektenlarven:

1. undifferenzierte Härchen, meist in der Länge von 0,002—0,006 mm (siehe Figur 16, 17 und 24, Seite 55, 56 und 67).

2. Dornen aus einer Reihengruppe von Härchen durch deren Wachstum und Verschmelzung hervorgegangen (siehe Figur 21, Seite 59 und viele folgende). Der Dorn steht am Rande einer Basalplatte, die durch Wachstum ihrerseits sich zum Basalkegel ausbilden kann.

Die Länge der Dornen schwankt ungefähr zwischen 0,010 und 0,025 mm.

3. Höcker, aus dem Basalkegel durch dessen weiteres Wachstum unter Reduktion des Dornes und zumteil durch Verschmelzung mehrerer Basalkegel hervorgegangen (siehe Figur 45, Seite 116).

4. Borsten. Diese sind homolog den gewöhnlichen Haaren, jedoch meist kürzer und dicker an Gestalt. Durch Krümmung und Verbreiterung kann diese ursprüngliche Borstenform noch weitere Umwandlungen erfahren. (Siehe Fig. 8, S. 25).

Die Länge der Borsten schwankt ungefähr zwischen 0,10 und 1,10 mm.

Diese ganze Einteilung ist natürlich schematisch und es lassen sich eine Menge von Fortsätzen finden, die als Zwischenstufen zwischen Härchen und Dornen, zwischen Dornen und Höckern und ebenso zwischen Haaren und Borsten gelten können.

III.

Ueber die funktionelle Bedeutung dieser Fortsätze seien folgende Sätze aufgestellt, die das Wichtigste darüber kurz angeben sollen:

1. Fortsätze obiger Arten sind nur bei solchen Larven aus den hier in Betracht kommenden biologischen Gruppen überhaupt ausgebildet, die eine bemerkenswerte Ortsbewegung in Pflanzenteilen oder Erde oder ähnlichen Medien ausführen (z. B. Larven der Lamellicornier, der meisten Borkenkäfer).

Larven, welche keine solche Arbeit zu leisten haben, besitzen keine solchen Fortsätze (z. B. Xyleborus dispar Fabr.).

Es fehlen ferner die Fortsätze bei den anderen Larven an den Stellen der Körperoberfläche, welche nicht beansprucht werden, oder wo ihr Vorhandensein störend wirken würde, z. B. in den Falten zwischen den Wülsten.

2. Die Art der zu Ausbildungen gelangenden Fortsätze hängt ab von der Beschaffenheit des Materials, in dem die Larve lebt.

In hartem, festem, dichtem Material (Holz und Rinde), das die Larve eng umschliesst und ihr an den Wänden des Ganges starken Widerstand bietet, und wo höchstens nur noch feinkörniges Bohrmehl die nächste Umgebung bildet, treten die Härchen und die aus ihnen hervorgehenden kurzen, kräftigen Dornen und Höcker auf (z. B. Larven der Borkenkäfer, von Magdalis).

Bei lockerem, grobkörnigem Material (Mulm, Erde), das keine fest begrenzte, stärkeren Widerstand leistende Umschliessung bildet, werden die gewöhnlichen, langen und schlanken Haare beansprucht und diese zu mannigfach geformten Borsten umgebildet (z. B. Larven der Lamellicornier).

Uebergangsstufen zwischen diesen beiden Formen der Ausrüstung finden sich bei Larven von Rüsselkäfern.

3. Die Stufe der Ausbildung, besonders bei den Härchen und ihren weiteren Umbildungsformen, den Dornen hängt hauptsächlich ab von dem Grade der funktionellen Beanspruchung.

Dieser ist gegeben für die ganze Larve durch ihre Lebensweise: ob sie in der Zeit vom Auskriechen bis zur Verpuppung zur Erlangung der für ihre Entwicklung nötigen Nahrungsmenge kleine oder grosse Strecken zurückzulegen hat.

Larven, die in einem sehr nährstoffreichen Material leben oder aus vorläufig unbekannten Gründen nur kurze Gänge machen, weisen stets im allgemeinen ursprünglichere Formen der Ausrüstung auf, als solche mit langen Gängen (z. B. Myelophilus minor gegenüber M. piniperda).

Der Grad der funktionellen Beanspruchung ist für den einzelnen Teil der Körperoberfläche einer Larve gegeben durch die Organisation der Larve.

Solche, deren Körperform eine sehr einfache ist, bei denen die Gesamtleistung also ziemlich gleichmässig über die ganze Oberfläche verteilt ist (daher dann jeder einzelne Teil in ziemlich gleichem Grade und zwar in einem sehr geringen beansprucht wird), zeigen die ursprünglichste und gleichmässigste Ausrüstung (z. B. gewisse Dipterenlarven).

Larven, bei denen die Segmente deutlich unterschieden und diese wiederum oft in mehrere Wülste abgeteilt sind, zeigen stets auf den Kuppen der Wülste, die natürlich am stärksten in Anspruch genommen werden, die jeweilig höchsten Stufen und die stärksten Bildungen, während auf den Abhängen der Wülste in allmählichem Uebergang, je weiter nach abwärts desto ursprünglichere oder wenigstens geringer ausgebildete Formen auftreten (z. B. viele Borkenkäferarten).

Werden einzelne Segmente oder Wülste infolge besonderer Bewegungsweise besonders stark in Anspruch genommen, so finden sich auf diesen die höchsten Stufen und die stärksten Bildungen. Besonders bevorzugt sind in dieser Beziehung das erste Thorakalsegment und das letzte Abdominalsegment. Je mehr diese den Hauptteil der Arbeitsleistung auf sich nehmen, desto stärker werden auf ihnen die Fortsätze entwickelt und in Korrelation dazu bleibt auf der übrigen Oberfläche, die nun immer weniger beansprucht wird, die Ausbildung auf den ursprünglicheren Stufen stehen oder fehlt zum Teil auch ganz (z. B. Buprestiden, Holzwespen, Maikäfer u. a.).

Ein Einfluss der Grösse der Larven auf den Grad der Ausbildung der Fortsätze ist anscheinend vorhanden. Ich verfügte jedoch leider noch nicht über genügend Vergleichsmaterial von Jugendstadien und von einzelnen kleinen Arten, sodass ich mir eine eingehende Behandlung dieses Punktes noch für später vorbehalten muss.

4. Die Richtung der Fortsätze ist stets entgegengesetzt zur Richtung der Bewegung. Die Fortsätze sind bei den meisten Larven grösstenteils in schiefem Winkel nach hinten gerichtet; bei Larven, die sich auch rückwärts bewegen, finden sich auf den Rückenwülsten der mittleren Abdominalsegmente an den hinteren Abhängen auch nach vorne gerichtete (z. B. Borkenkäfer, Pissodes-Arten und Cicindela. (Siehe Figur 38, Seite 88 und Figur 44, Seite 109).

Manchmal sind die Fortsätze auch radial abstehend, z. B. wenn der Körperteil besonders stark gegen eine feste Wand gepresst wird und die Gewinnung eines festen Stützpunktes für die Arbeit der Mundteile nötig ist (z. B. Thorakalplatten der Buprestiden).

5. Als letzten Satz möchte ich noch anführen, dass der Einfluss der Funktion den der Verwandtschaft bei weitem übertrifft.

Larven verschiedener Gattungen, sogar verschiedener Familien weisen grosse Aehnlichkeiten in der Art und Form der Ausrüstung und Fortsätze auf, wenn sie ungefähr gleiche Lebensweise führen (z. B. Hylastes palliatus und Dryocoetes autographus, Dendroctonus micans und die Pissodes-Arten, Magdalinus sp. und manche Borkenkäferarten), während Larven ganz nah verwandter Arten bei verschiedener Lebensweise grosse Unterschiede zeigen können (z. B. Myelophilus piniperda und minor).

Bei gleicher Lebensweise zeigen nahverwandte Larven nahezu Uebereinstimmung (z. B. Ips sexdentatus und typographus).

Zum Schlusse erfülle ich gerne die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. Pauly, Vorstand der zoologischen Abteilung der kgl. bayerischen forstlichen Versuchsanstalt zu München, auch an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank auszusprechen für das rege Interesse, welches er an dieser Arbeit nahm und für die Förderung, welche er derselben zu teil werden liess, besonders durch das grosse Mass an

Entgegenkommen, mit dem er mir die Benützung seiner Sammlung und seines Instituts für meine Arbeit erlaubte.

Ebenso möchte ich auch hier danken allen anderen Herren, welche mich sonst unterstützt haben, besonders den Herren Forstamtsassistenten F. Fuchs, G. Fuchs, K. Eppner und F. Scheidter für das bereitwilligst zur Verfügung gestellte Untersuchungsmaterial.

ALPHABETISCHES VERZEICHNIS

der hauptsächlich benützten Literatur.

Altum, B., Forstzoologie. 3. Bd. Insekten. Berlin 1881.

Biedermann, W., Geformte Sekrete, in der Zeitschrift für allgemeine Physiologie. II. Bd. S. 395—481. Jena 1903.

Böhm-Oppel, Taschenbuch der mikroskopischen Technik. München 1900.

Boas, J. E. V., Dansk Fortzoologi. 1896—1898.

Braun, M., Ueber die histologischen Vorgänge bei der Häutung von Astacus fluviatilis. In: Arbeiten aus dem Zoolog.-zootom. Institut in Würzburg. II. Bd. Wiesbaden 1875. S. 121 bis 166. Taf. VIII und IX.

Bütschli, O., Vorläufiger Bericht über fortgesetzte Untersuchungen an Gerinnungsschäumen, Sphärokrystallen und die Structur von Cellulose- und Chitinmembranen in: Verhandlungen des naturhistorisch-medizinischen Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. 5, S. 230—292 (282—286). 3 Tafeln. Heidelberg 1897.

Bütschli, O., Untersuchungen über Strukturen u. s. w. mit Atlas. Leipzig 1898.

Burmeister, H., Handbuch der Entomologie. Berlin 1832.

Carus und Gerstäcker, Handbuch der Zoologie. Leipzig 1863. 2. Bd. Arthropoden.

Cuvier, G., Leçons d'anatomie comparée. Paris 1805. — Siehe auch die deutsche Uebersetzung: Cuvier, G., Vorlesungen über vergleichende Anatomie, übersetzt und vermehrt von Froriep und Meckel. Leipzig 1809.

Dahl, F., Beiträge zur Kenntnis des Baues und der Funktionen der Insektenbeine. 1884.

Degeer, K., Abhandlungen zur Geschichte der Insecten, übersetzt v. Goeze. Leipzig 1776—1783.

Döbner, E. Ph., Handbuch der Zoologie. Aschaffenburg 1862.

Eckstein, K., Forstliche Zoologie. Berlin 1897.

Eichhoff, W., Die europäischen Borkenkäfer. Berlin 1881.

Frisch, J. L., Beschreibung von allerley Insecten in Teutsch-Land. Berlin 1720—1738.

Ganglbauer, L., Systematisch-coleopterologische Studien. Münchener coleopterologische Zeitschrift. I. Bd. S. 271—319. München 1903.

Georg, W., Beitrag zur Lebensweise einiger Borken- u. Rüsselkäfer. Pfeil's kritische Blätter. XL, 1. S. 160—166.

Gerlach, Beitrag zur Lebensweise unserer beiden Harzrüsselkäfer Pissodes harcyniae und scabricollis. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift, herausgeg. von Dr. C. von Tubeuf. VII. S. 137. München 1898.

Graber, V., Die Insecten. Bd. I u. II. München 1877.

Hartig, Th., Die Familien der Blattwespen und Holzwespen. Berlin 1837.

Henneguy, Felix, Les Insectes. Morphologie, Reproduction, Embryogenie. Paris 1904.

Henry, E., Atlas d'entomologie forestière. 1892.

Holmgren, N., Ueber das Verhalten des Chitins und Epithels zu den unterliegenden Gewebearten bei Insekten. Anatomischer Anzeiger. 20. Bd. Jena 1902. S. 480 ff.

Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wien 1895.

Keller, Forstzoologischer Exkursionsführer. 1897.

Kirby, W. and Spence, W., An Introduction to entomology. London 1863.

Kolbe, Einführung in die Kenntnis der Insekten. Berlin 1893.

Lee-Mayr, Grundzüge der mikroskopischen Technik. Berlin 1901.

Leisewitz, W., Beitrag zur Biologie der Holzwespen. Forstl.-naturw. Zeitschr. 1897. S. 207—224.

Leydig, Franz, Zum feineren Bau der Arthropoden. Archiv für Anatomie, Physiologie u. s. w. von Dr. Johannes Müller. Jahrgang 1855. S. 376—480. bes. 384—390. Mit Taf. XV bis XVIII. Berlin.

Löwendal, E. A., De Danske Barkbiller. 1898.

Mulsant, M. E., Histoire naturelle des Coléoptères de France. 1840—44. Besonders Lamellicornes. 1842.

Meyer, Hermann, Ueber den Bau der Hornschale der Käfer. In: Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medizin, hrsg. von Dr. Johannes Müller. Jahrgang 1842. S. 12—16. Berlin.

Nördlinger, Lebensweise von Forstkerfen oder Nachträge zu Ratzeburgs Forstinsekten. 1880.

Nüsslin, O., Leitfaden der Forstinsektenkunde. Berlin 1905.

Packard, A. S., Textbook of Entomology. New York 1898.

Pagenstecher, H. A., Allgemeine Zoologie. Berlin 1881.

Pauly, A., Borkenkäferstudien. 2. Ueber die Brutpflege und jährliche Geschlechterzahl des Riesenbastkäfers, Hylesinus micans Ratz. In: Forstlich-naturwissenschaftl. Zeitschrift. I. S. 253—270, 315—327, 351—363 mit 4 Figuren. München 1892.

Perris, E., Larves des Coléoptères. In den Annales de la société Linnéenne de Lyon. Année 1876. Tome 23, pg. 1—430.

Ratzeburg, J. Th. Ch., Die Forstinsekten. 3 Th. Berlin 1837 bis 1844.

Réaumur, R. A. F., Memoires pour servir à l'histoire des insectes. Paris 1734—1742.

Rösel von Rosenhof, Insektenbelustigung. Nürnb. 1749.

Rossi, G., Sulla organizzazione dei Miriapodi. In: Ricerche Lab. Anat. Roma. Vol. 9. p. 5—88. 10 figg. T. 1, 2. nur im Referat eingesehen: Zoologischer Jahresbericht für 1902. Herausgeg. v. d. Zoolog. Station zu Neapel, r. v. Paul Mayer. Berlin 1903. Arthropoda S. 44.

Rupertsberger, Biologie der Käfer Europas. Linz 1880.

Rupertsberger, Die biologische Literatur über die Käfer Europas. 1894.

Schioedte, J. C., De Metamorphosi eleutheratorum observationes. Bidrag til Insekternes Udviklingshistorie. vertheilt in Naturhistorisk Tidsskrift stiftet af Henrik Kröyer udgivet af Prof. J. C. Schioedte. Kopenhagen 1861—1878. 3te. Räkke, Bd. 1, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11.

Schneider, K. C., Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Thiere. Jena 1902.

Schreiber, Ueber Scolytus Ratzeburgi Jans. In: Entomol. Nachrichten. 1887, pag. 220—223.

Sedlaczek, W., Ueber den Darmkanal der Scolytiden. In: Centralblatt f. d. gesammte Forstwesen. Wien 1902.

Sukatschoff, B., Ueber den feineren Bau einiger Cuticulae u. s. w. in: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. 66. S. 390. Leipzig 1899.

Swammerdam, Joh., Bibel der Natur. Uebersetzt von Boerhave. Leipzig 1752.

Taschenberg, Praktische Insektenkunde. Bremen 1879.

Vosseler, Ueber die Körperbedeckung der Insekten. Referat im Zoolog. Zentralblatt. Leipzig 1895. S. 117.

Westwood, J. O., Introduction to the Classification of Insects. London 1839.